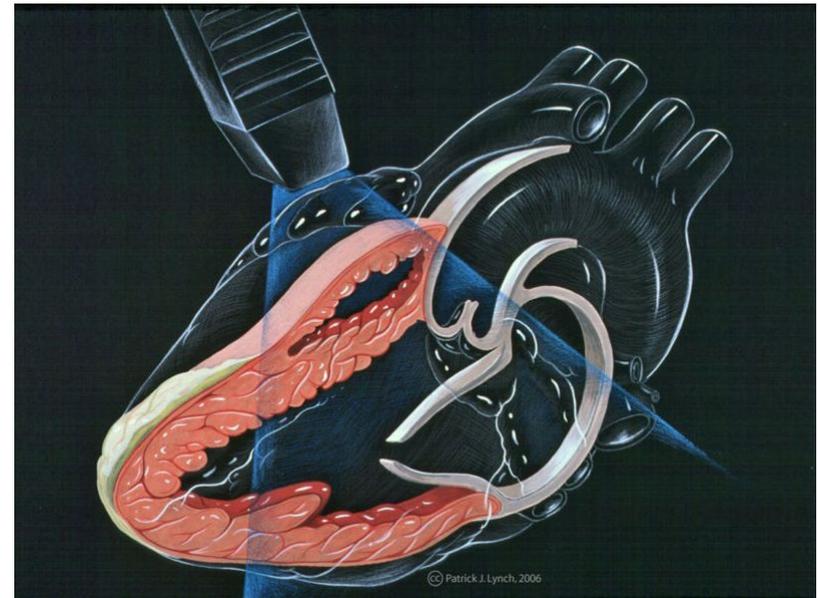
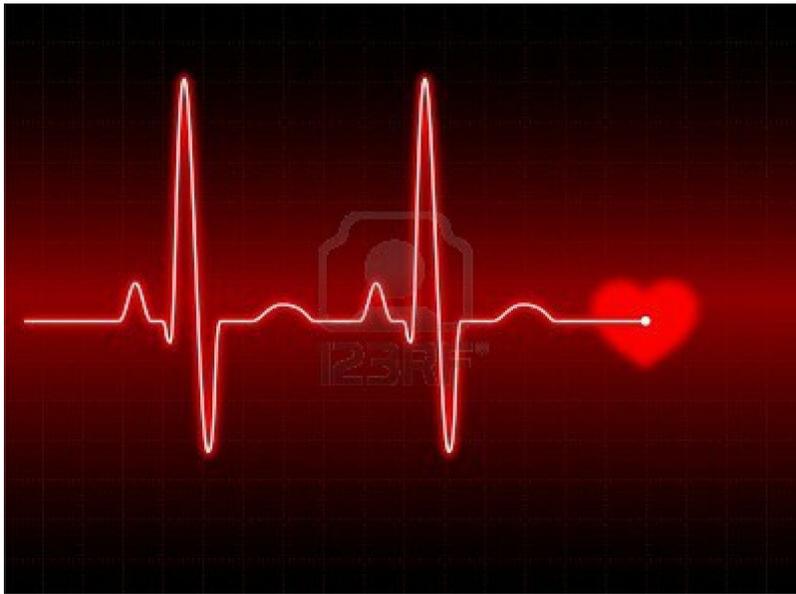




L'électrocardiogramme et l' échographie cardiaque

UE Appareil Cardio-Vasculaire



*Johanna Krief
Iris Schuster – Christophe Hédon*

Examens cardiologiques ?



DÉPISTAGE, DIAGNOSTIC, SUIVI

Exploration électrique du cœur:

- ECG de repos, ECG d'effort
- Holter (24-48h)

Imagerie du cœur:

- Echographie cardiaque
- Radiographie du thorax

Autres examens cardiologiques :

- Scanner cardiaque
- IRM cardiaque
- Scintigraphie myocardique
- Coronarographie
- ...

ECG et échographie cardiaque



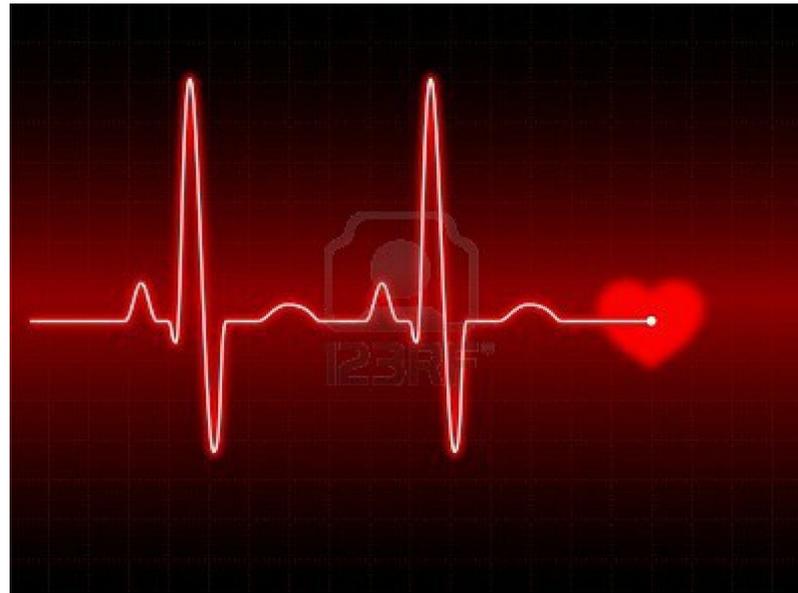
1^{er} examen réalisé
en cardiologie



Technique d'imagerie la +
courante en cardiologie



L'électrocardiogramme - ECG Normal et pathologique



UE Appareil Cardio-Vasculaire
DFGSM3

Quand ?

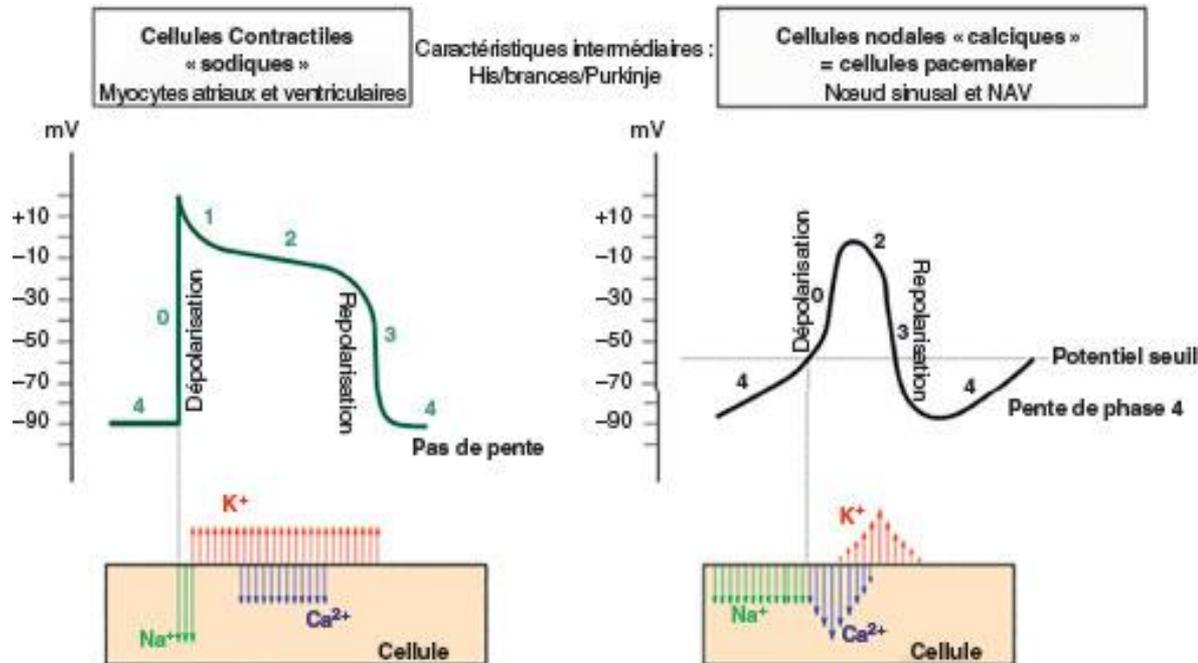
- En cas d'arrêt cardiaque
- En cas de symptômes cardiaques (malaises, douleurs thoraciques, palpitation...)
- Lors d'un dépistage d'un trouble cardiaque par exemple chez des personnes présentant des « facteurs de risque cardiovasculaires »
- Lors du bilan ou de la surveillance d'un patient souffrant d'une maladie cardiaque
- Pour les bilans systématiques, bilan d'aptitude sportive ou professionnel

Quelles informations ?

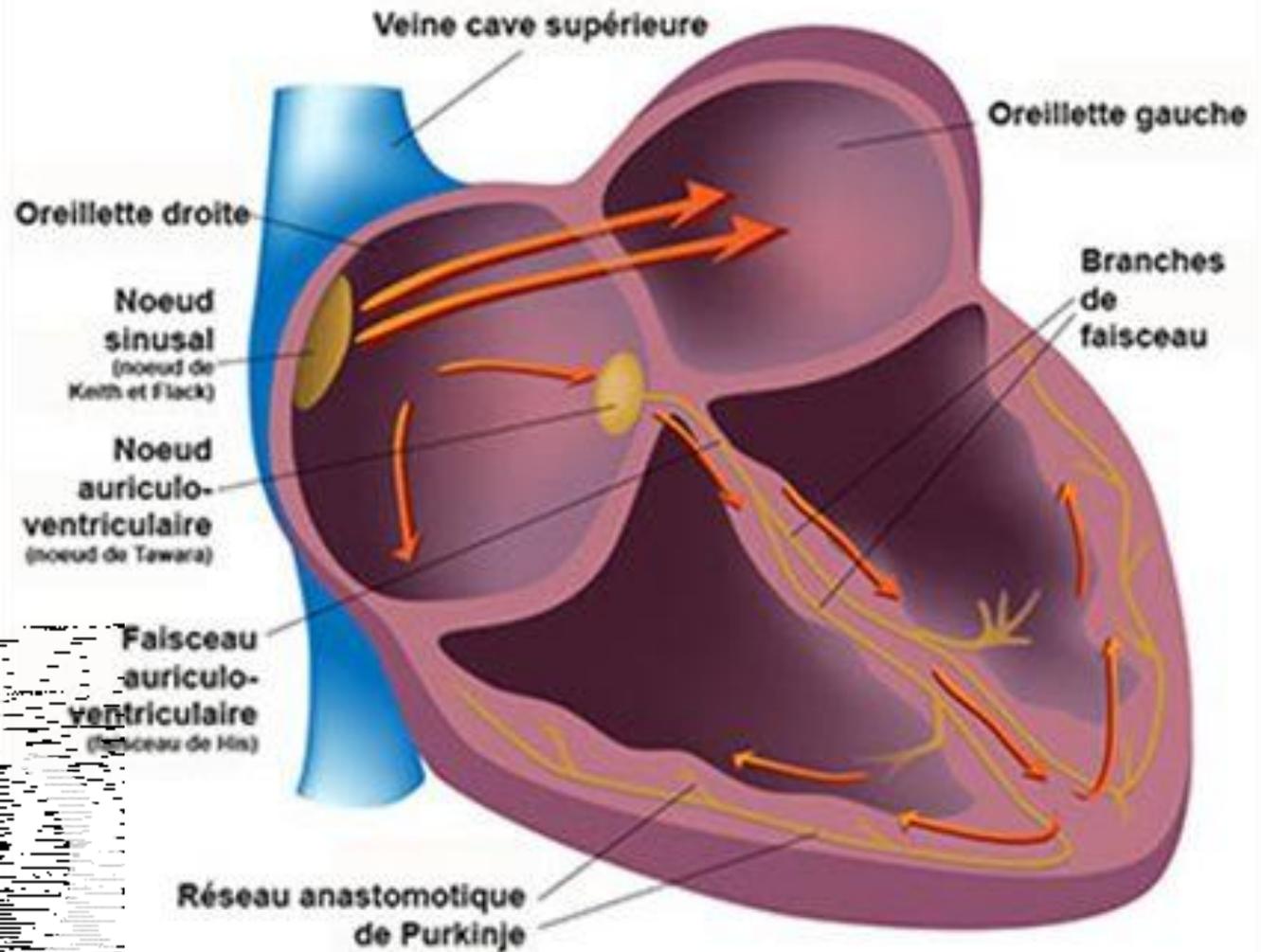
- Position cœur (Axe)
- Fréquence des battements, rythme des excitations
- Conduction
- Perturbations éventuelles: hypertrophie, infarctus

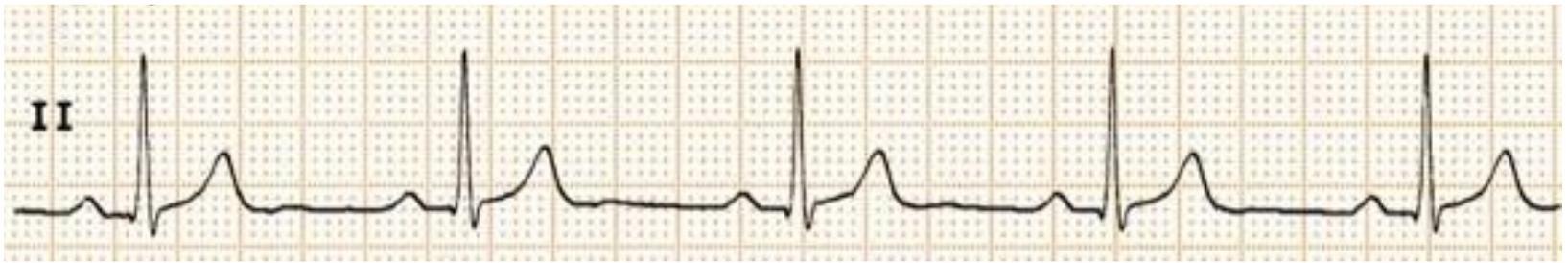
Electrophysiologie cardiaque

- Les cellules cardiaques sont polarisés négativement au repos
- La **dépolarisation** : mécanisme passif (mouvements ioniques liés au gradients transmembranaires)
- La **repolarisation** : mécanisme actif (consommation d'ATP via la pompe Na/K ATPase) pour retrouver l'état initial de repos
- La **conduction myocardique** : dépolarisation des cellules cardiaques de proche en proche

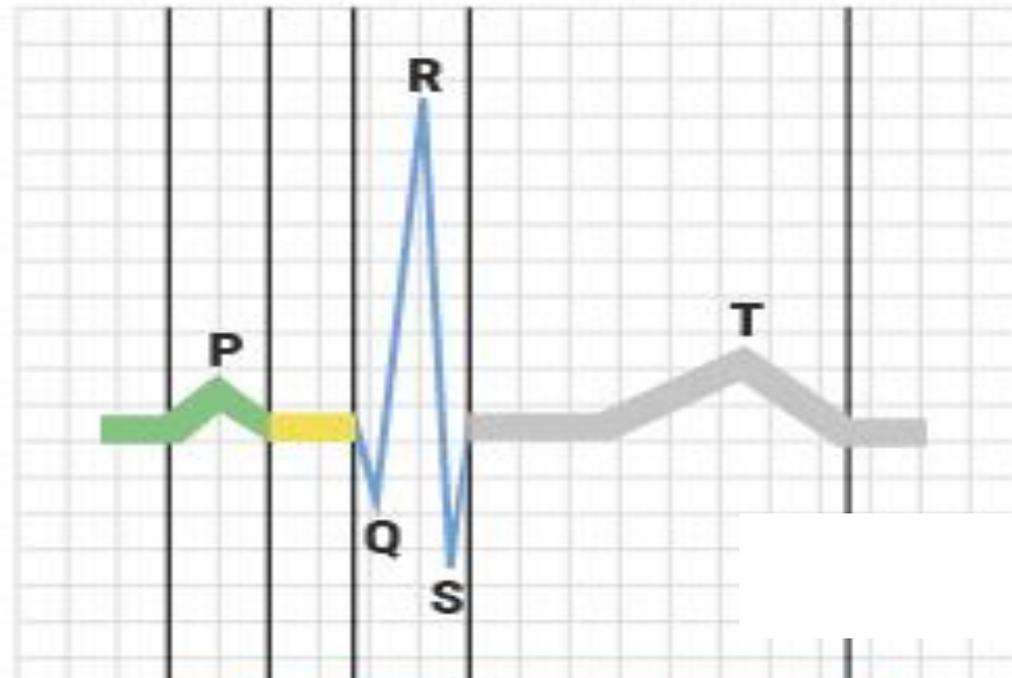


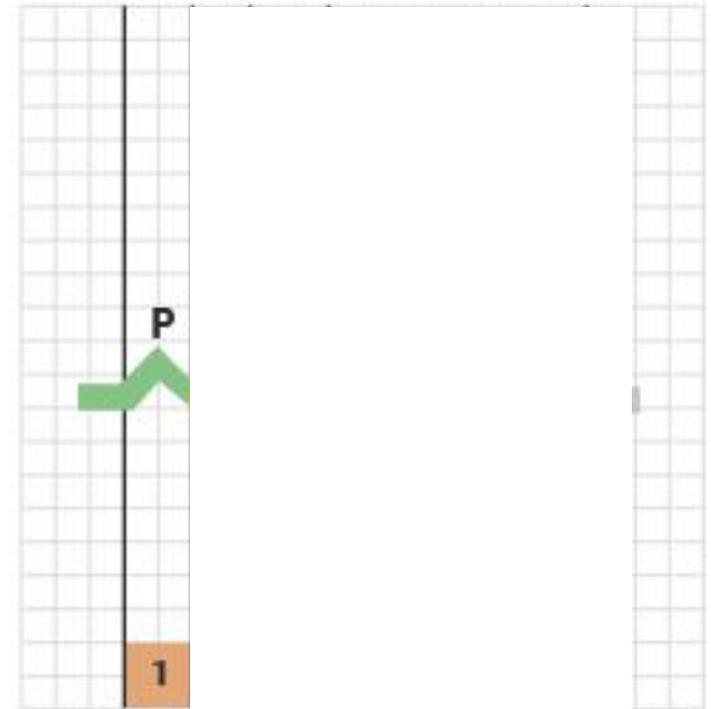
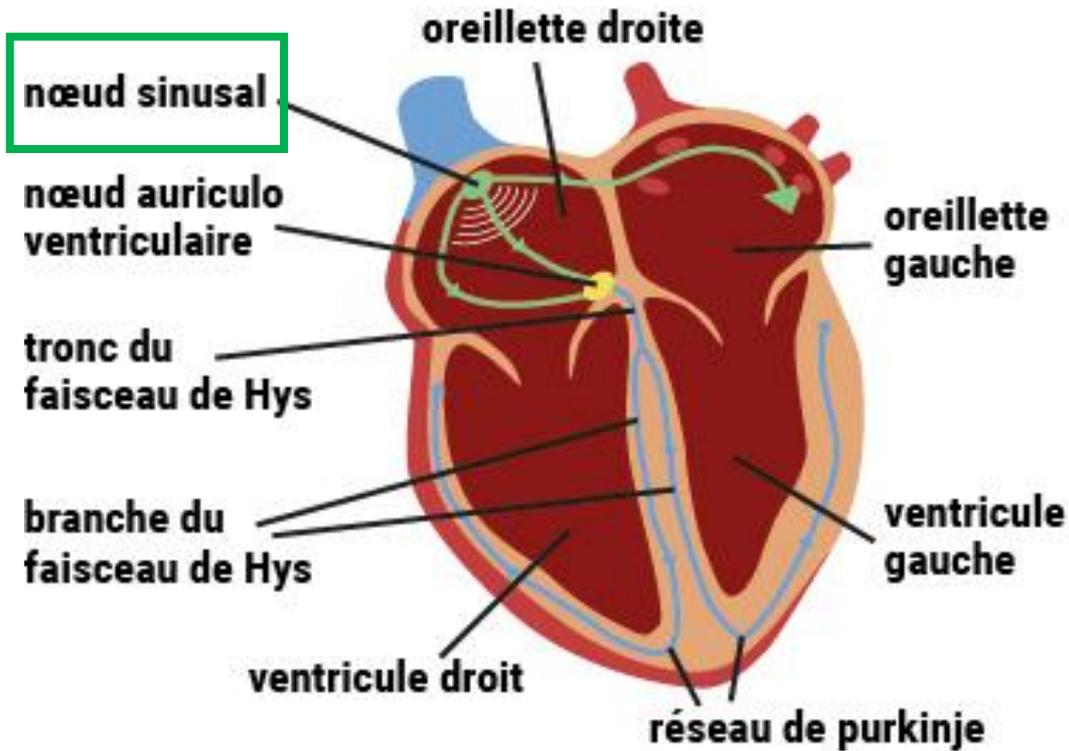
Conduction cardiaque



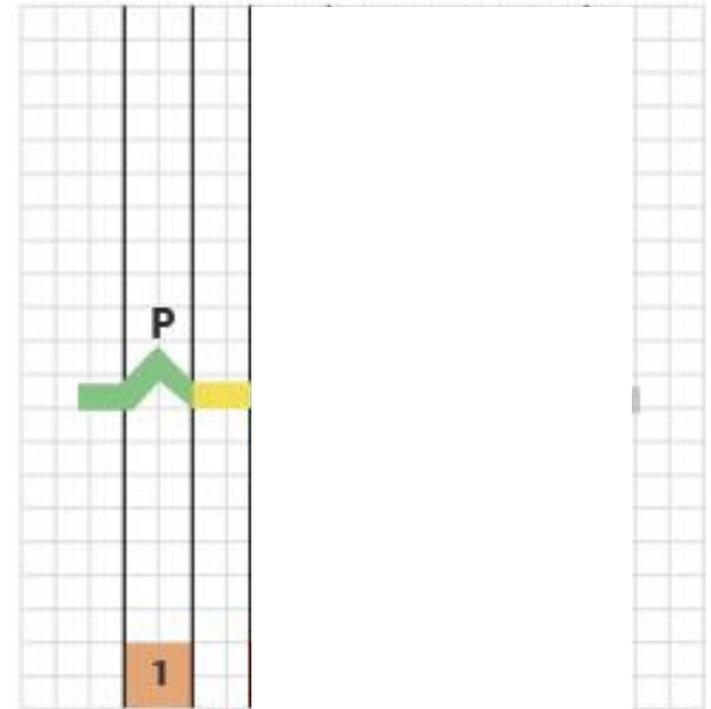
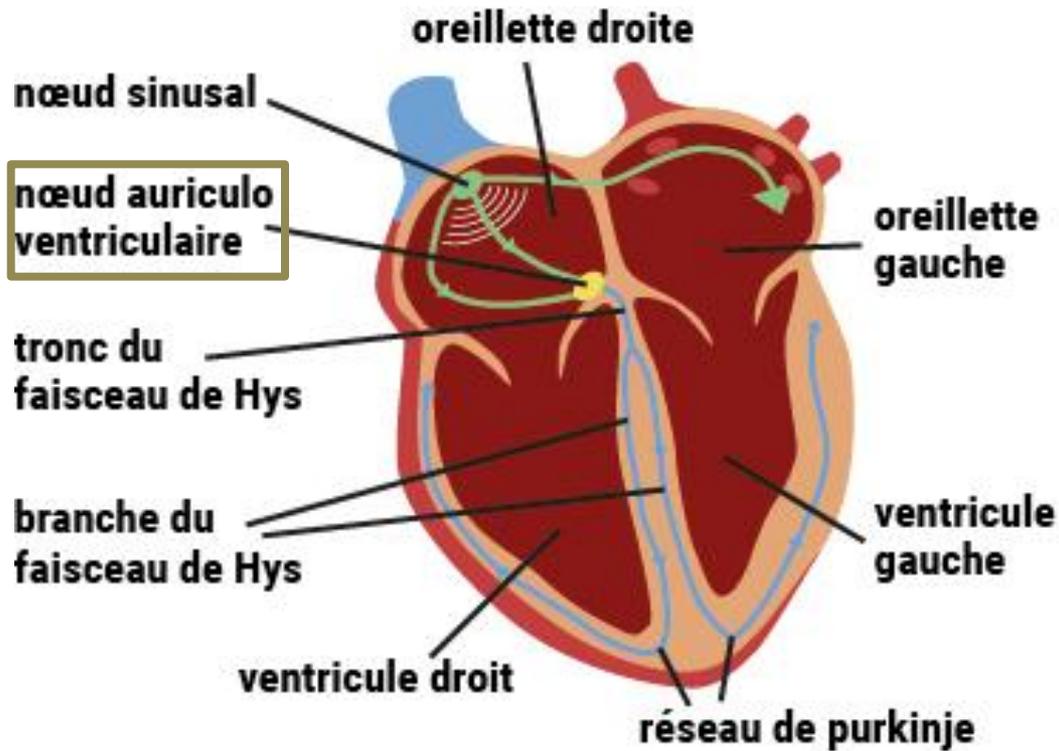


L'ECG = reflet de la somme des potentiels d'action cellulaires suivant la propagation d'un front de dépolarisation

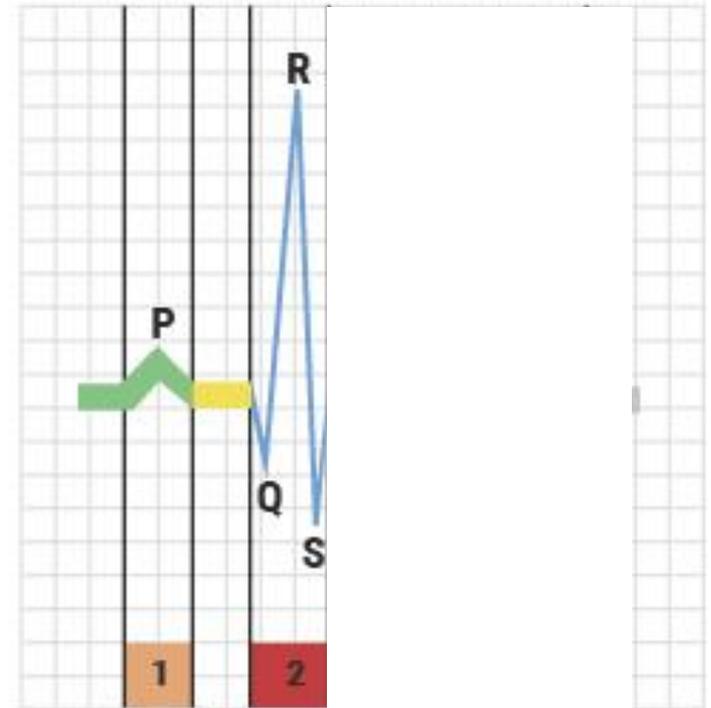
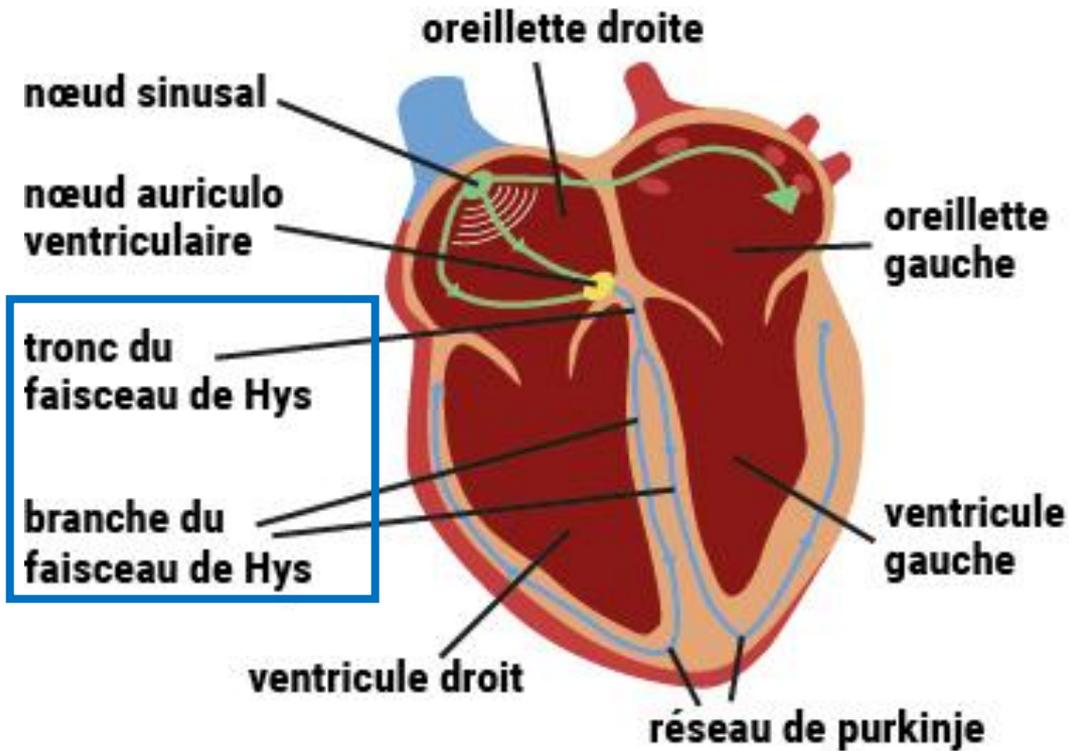




1 contraction des oreillettes

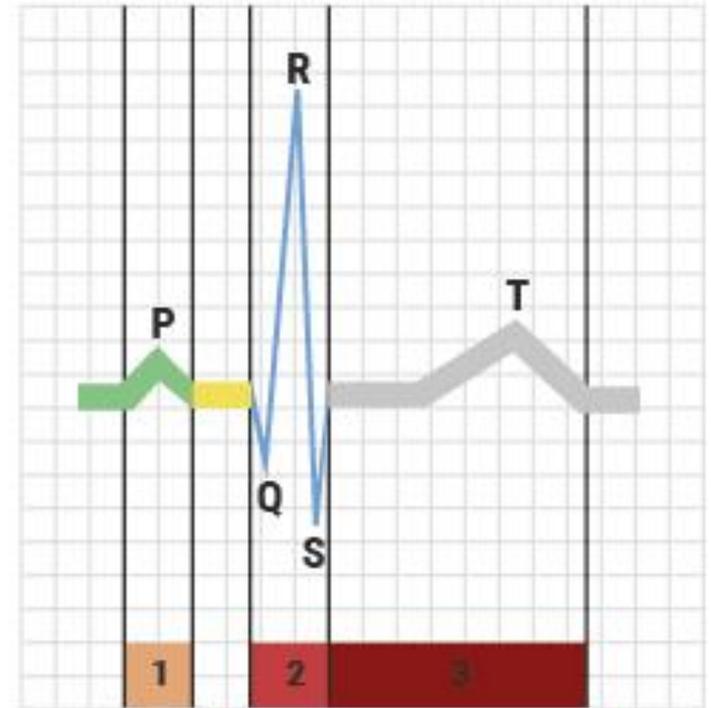
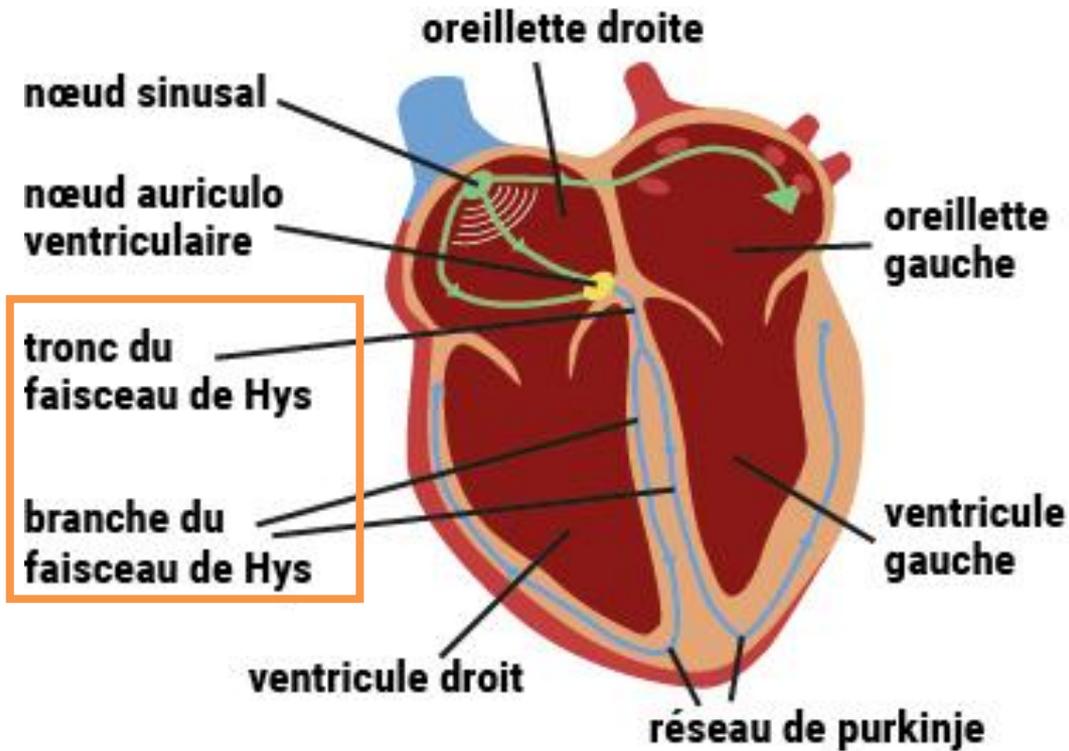


1 contraction des oreillettes



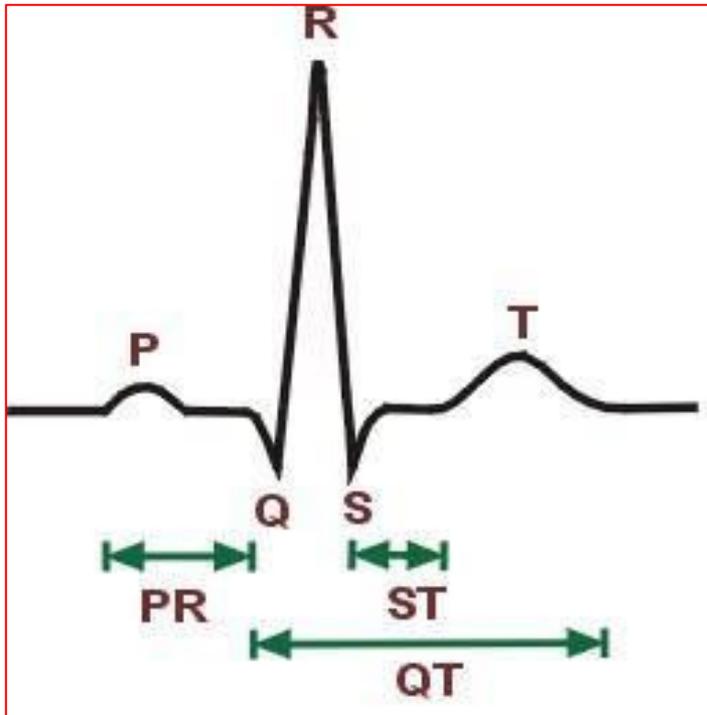
1 contraction des oreillettes

2 contraction des ventricules



- 1 contraction des oreillettes
- 2 contraction des ventricules
- 3 repolarisation des ventricules

Résultats : le tracé



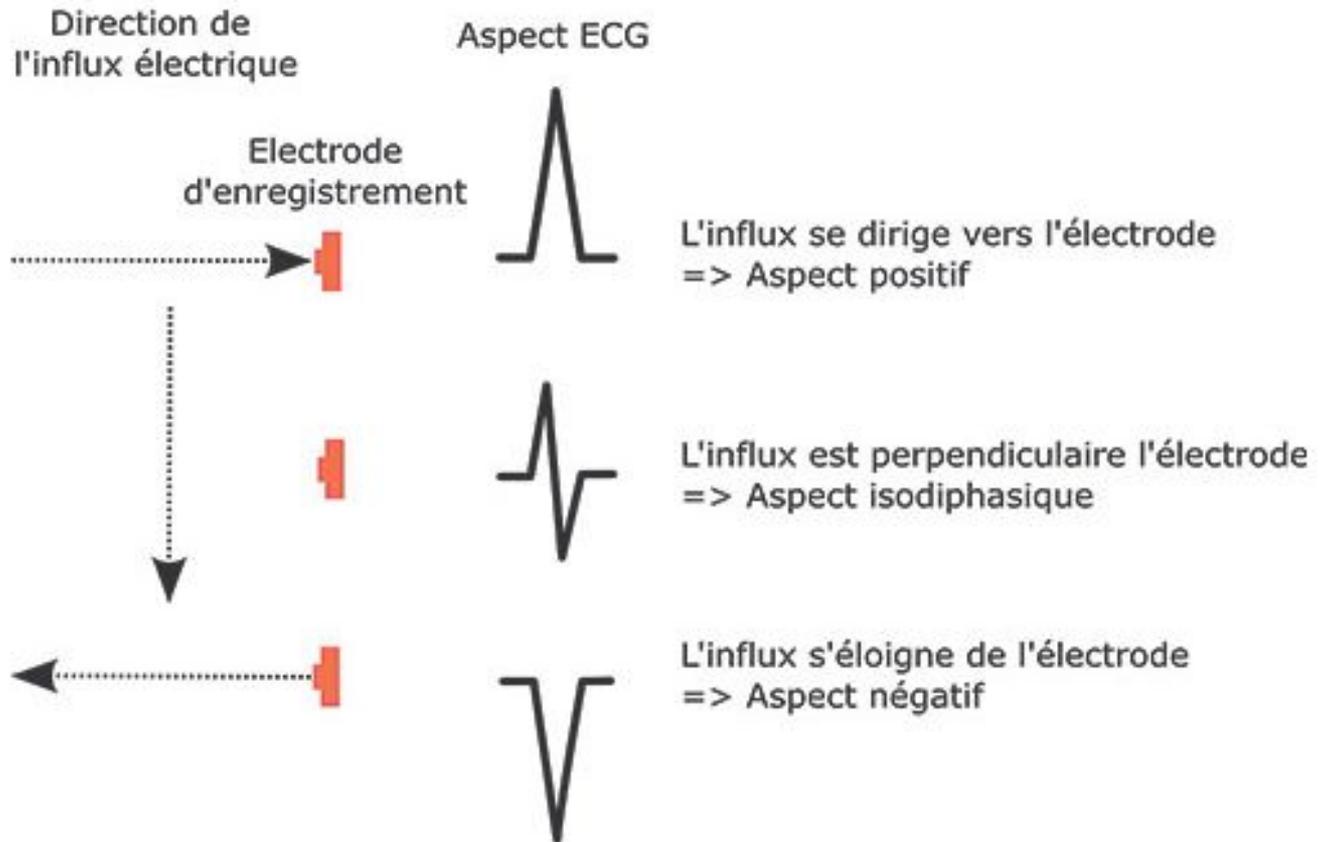
Pourquoi y-a-t-il des ondes positives et négatives par rapport à la ligne de base ?

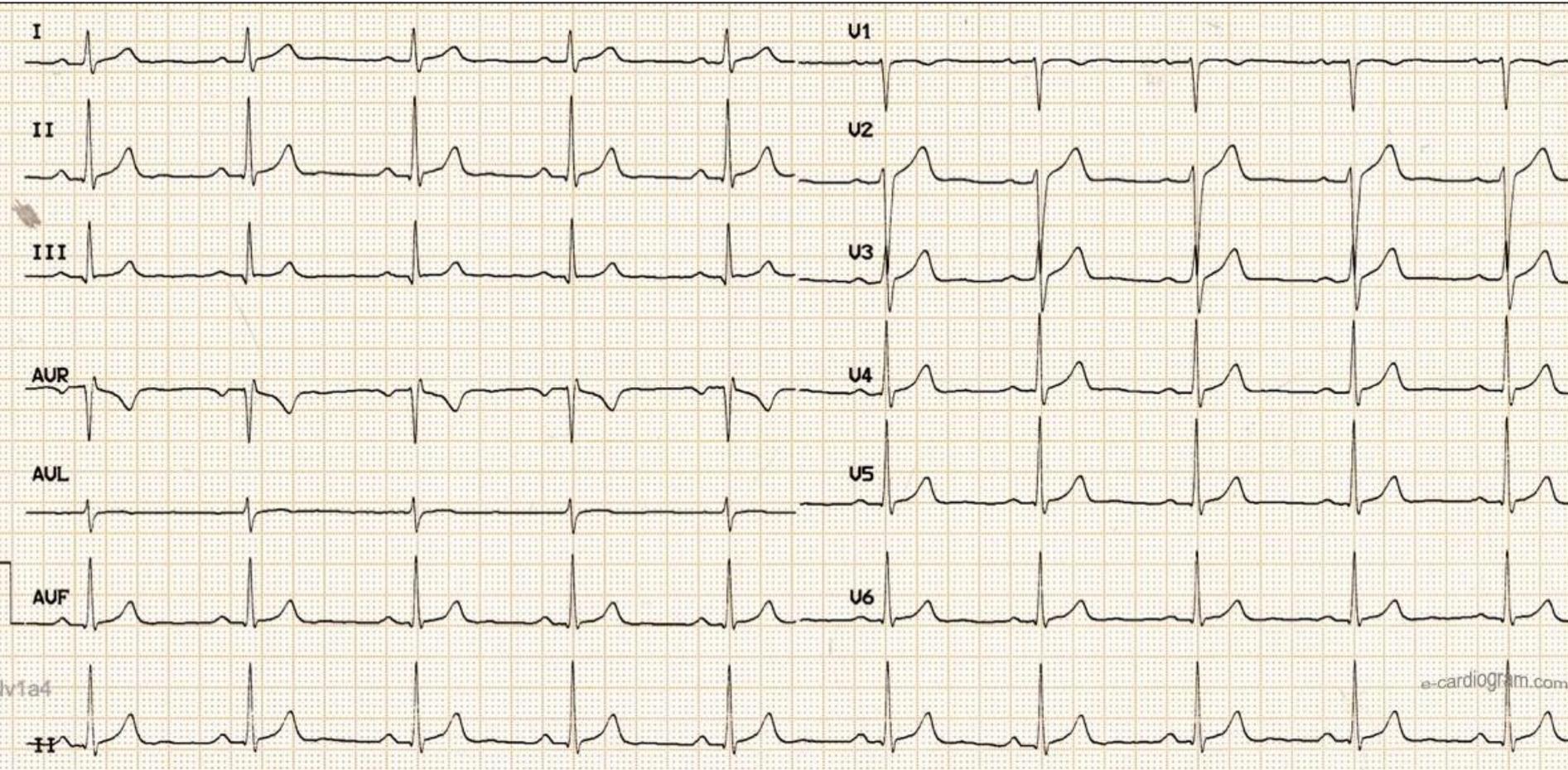
- La déflexion d'une onde dépend du **sens de propagation de la dépolarisation vers l'électrode**:
 - **positive** si la dépolarisation se déplace vers l'électrode
 - **négative** si elle se déplace en sens inverse

Pourquoi y-a-t-il des différences d'amplitude des ondes ?

- L'amplitude d'une onde est **proportionnelle à la « quantité » de signal électrique**, donc à la masse musculaire (masse ventriculaire > masse atriale)

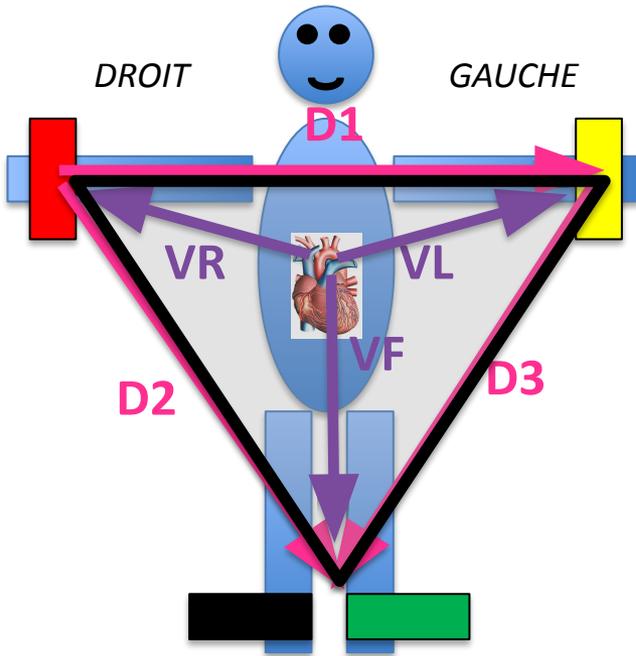
- **Onde P** Dépolarisation atriale
- **Intervalle PR** Conduction AV
- **Complexe QRS** Dépolarisation ventriculaire + repolarisation oreillettes
- **Segment ST** Pause électrique avant repolarisation
- **Onde T** Repolarisation ventriculaire





Comment ?

POSITIONNEMENT ÉLECTRODES



4 électrodes au niveau des membres
(poignets, chevilles)

- ROUGE POIGNET DROIT
- JAUNE POIGNET GAUCHE
- NOIRE CHEVILLE DROITE
- VERT CHEVILLE GAUCHE

Combien dérivations ? Lesquelles ? Plan ?

3 bipolaires:

D1, D2, D3

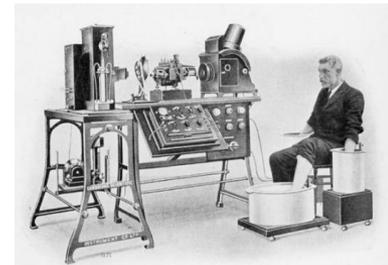
3 unipolaires:

VR, VL, VF

DÉRIVATIONS PÉRIPHÉRIQUES

PLAN **FRONTAL**

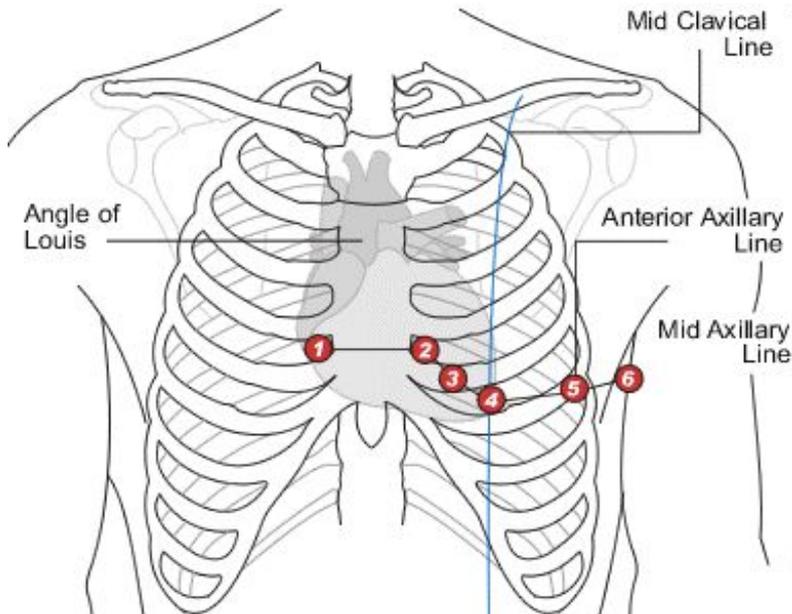
Triangle d'Einthoven



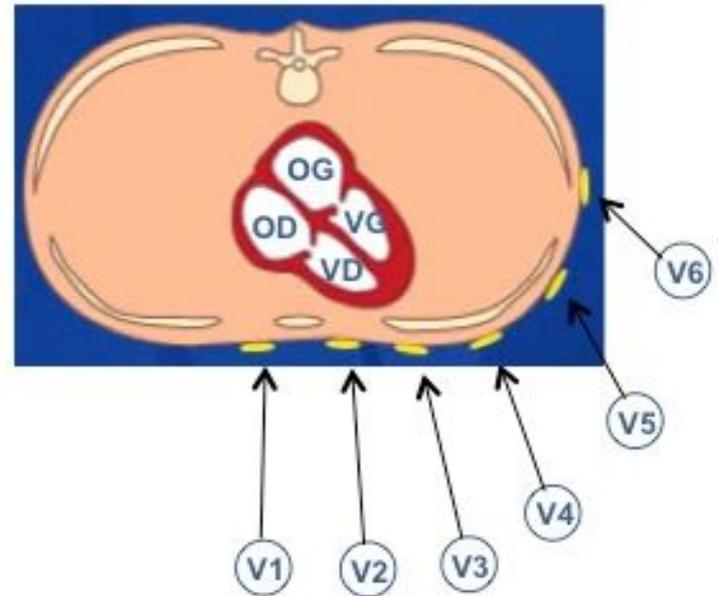
Comment ?

POSITIONNEMENT ÉLECTRODES

vue de face:



coupe horizontale:

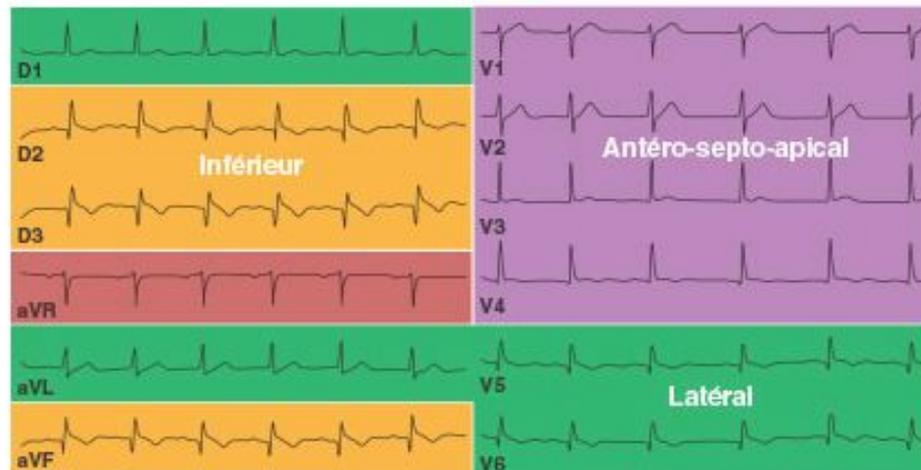
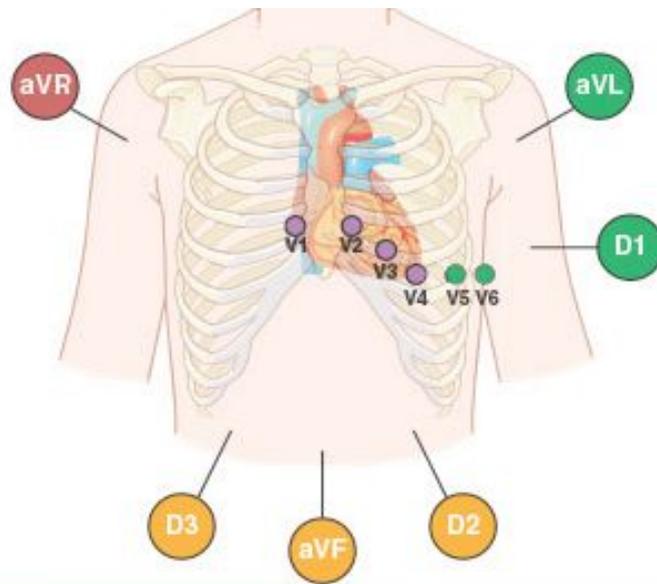


□ 6 dérivations :
V1 à V6

Combien dérivations ? Lesquelles ? Plan ?

DÉRIVATIONS PRÉCORDIALES

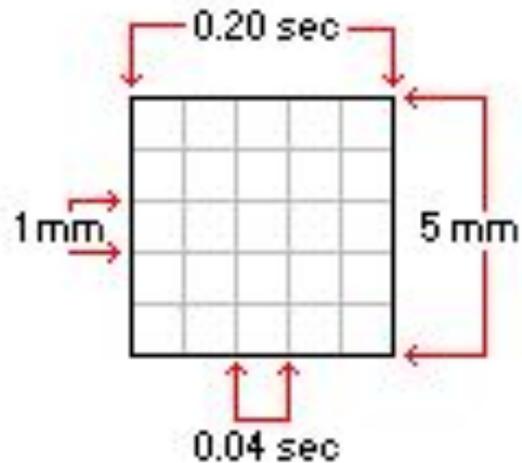
PLAN HORIZONTAL



Analyse de l'ECG

Papier ECG

↔
Temps



↕
Voltage

1 petit carré (1mm) = 0.04 s = 40 ms

□ 1 grand carré = 0.2 s

□ 5 grands carrés (25 mm) = 1 s

□ **vitesse de défilement = 25 mm/s**

1 petit carré (1mm) = 0.1 mV

□ 10 mm = 1 cm = 1 mV

En pratique: amplitudes données en mm

Fréq. ventr.	89	bpm
Int. PR	146	ms
Durée QRS	110	ms
Int. QT/QTc(E)	362/ 409	ms
Axe P/QRS/T	76/ 62/ 67	°
Ampl RV5/SV1	1.82/ 0.65	mV
Ampl RV5+SV1	2.48	mV

Rapport non confirmé
Revu par :

10 mm/mV 25 mm/s Filtre : H50 D 35 Hz



1^{ère} étape: Appréciation globale

- **Fréquence**
- **Rythme**
- **Axe cardiaque**

2^{nde} étape: Analyse fine

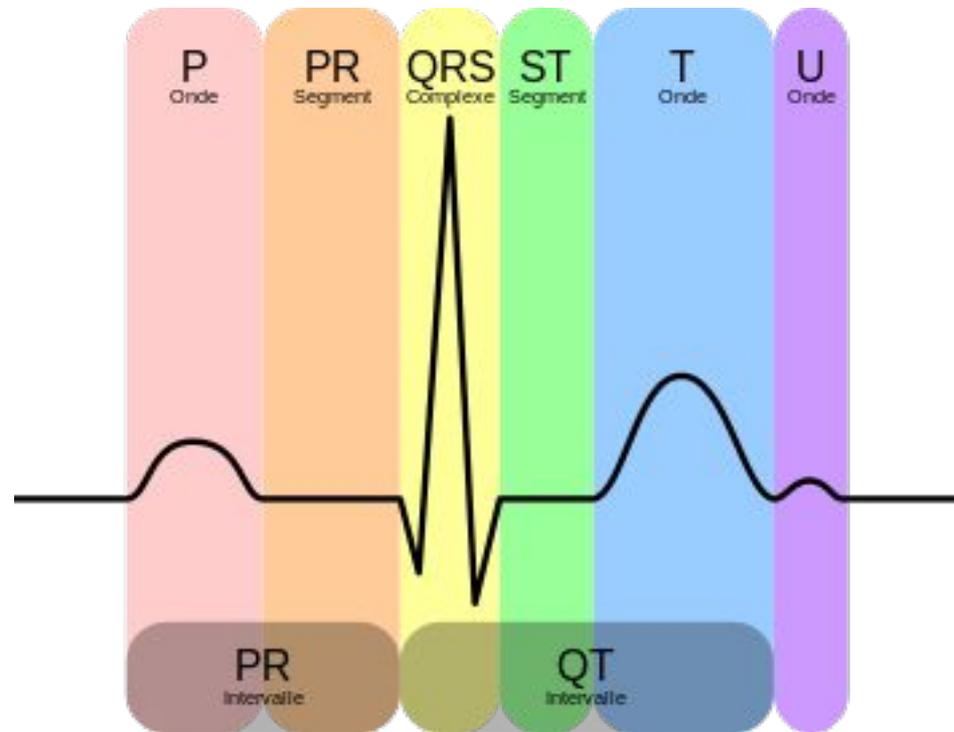
- **les ondes P, T**
- **Le complexe QRS**
- **Intervalle PR**
- **Segment ST**
- **Zone transitionnelle**
- **Signes d'hypertrophie, d'infarctus**

Mnémono :
Fréquence
Rythme
Axe
Conduction
Hypertrophie
Ischémie

INTERPRETATION ÉLÉMENTS DE BASE

RÉFLEXE : ÊTRE SYSTÉMATIQUE+++

1. Rythme
2. Fréquence
3. Espace PR
4. Durée QRS
5. Intervalle QT
6. Axe QRS
7. Repolarisation
ST /
Particularités



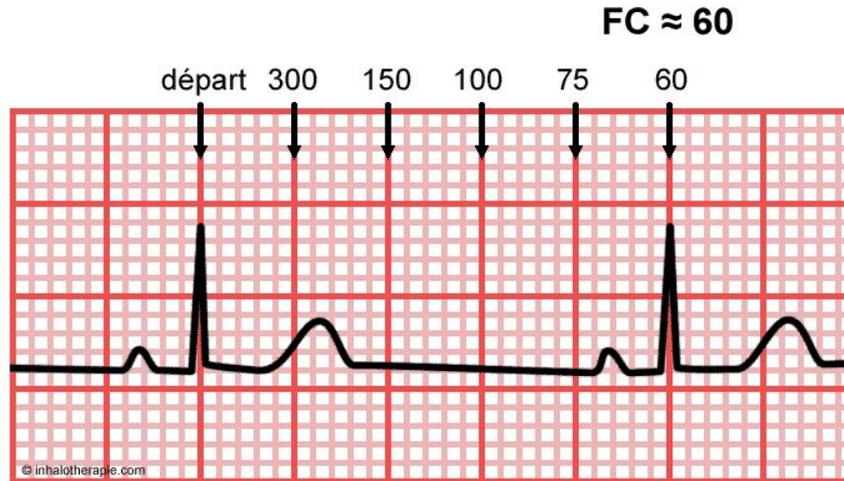
• Fréquence



Nombre de cx QRS à chaque minute

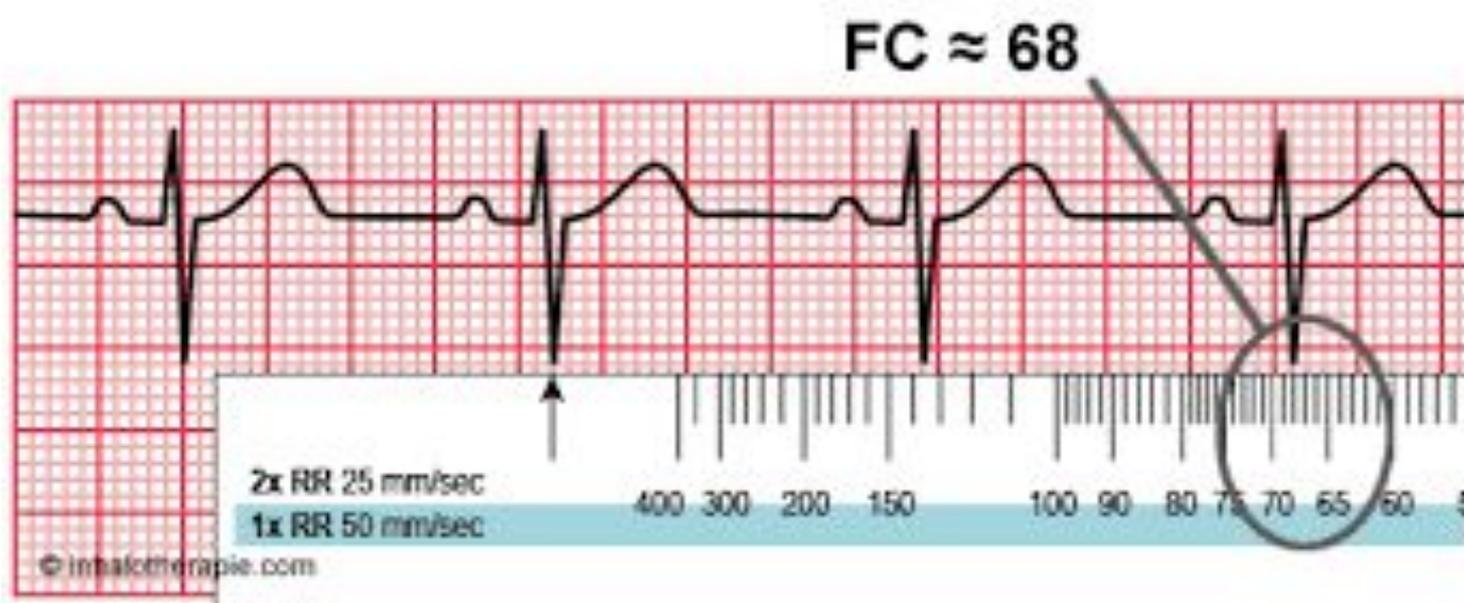
$N \approx 70$ bpm

- Détermination « en comptant »



- À partir d'une onde R qui tombe sur un trait vertical épais, séquence 300,150,100,75,60,50...
- ou compter nbre grands carrés entre 2 QRS et / 300 par ce nombre
- ou compter nbre petits carrés entre 2 QRS et / 1500 par ce nombre

- Détermination à la règlette

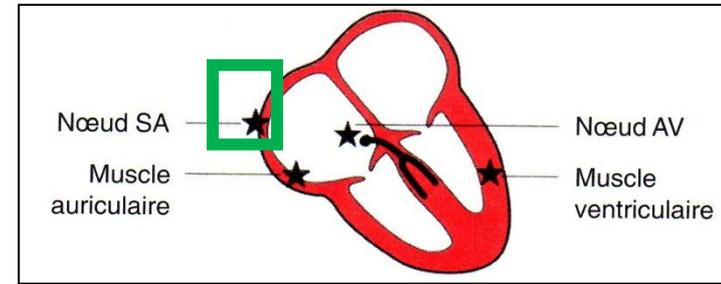


- Compter **2 cycles** à partir de la flèche
- Lire la valeur de FC sur règlette

Pour un adulte :
bradycardie < 50 bpm
tachycardie >100 bpm

- Rythme

↪ Est-il **SINUSAL** ?



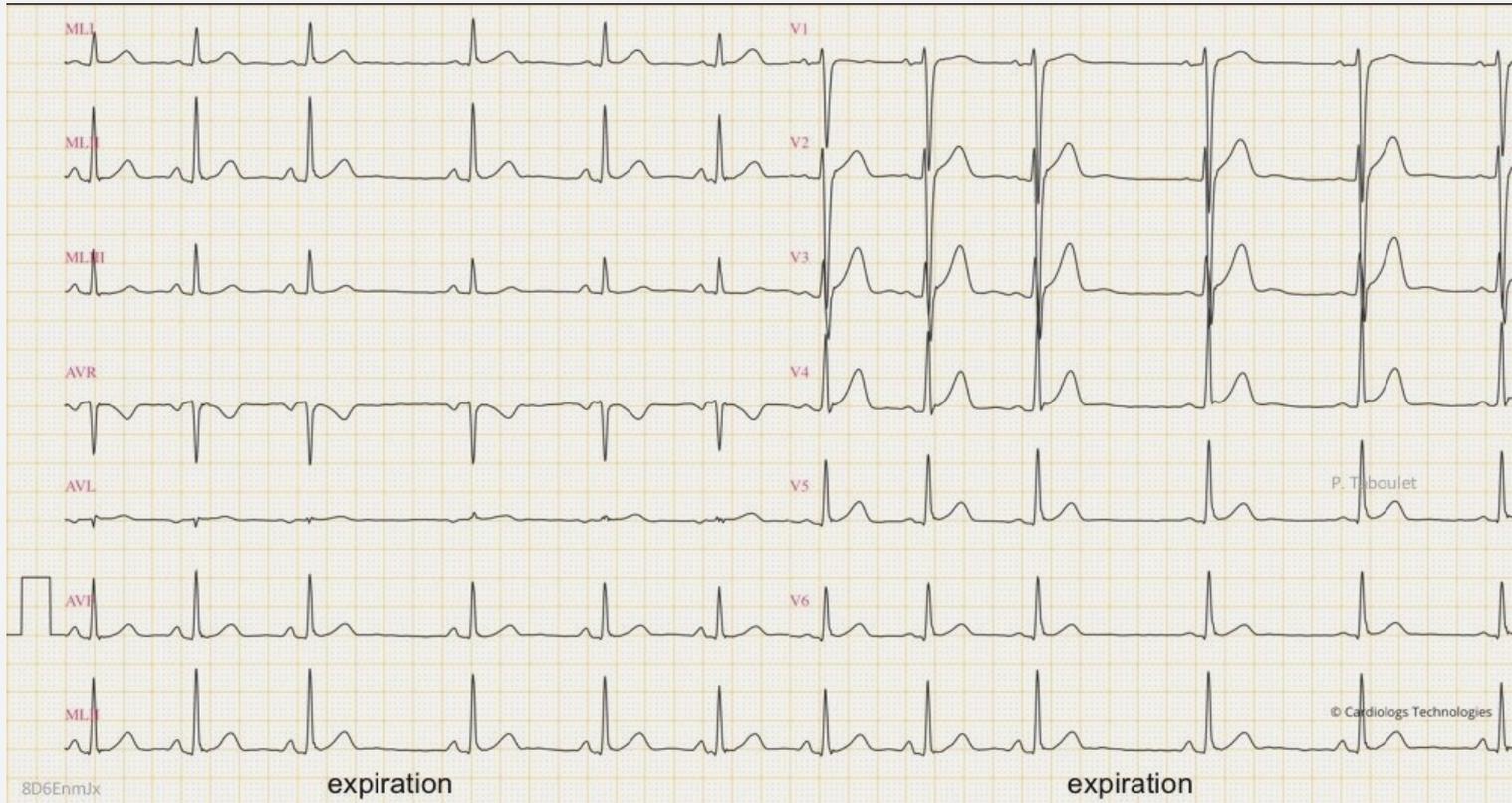
Le **rythme** est dit **sinusal** lorsque l'activité électrique du cœur est issue du nœud sinusal □ Chaque QRS précédé d'une onde P **ET** chaque onde P suivie de QRS

↪ Est-il **RÉGULIER** ?

Le **rythme** est dit **régulier** lorsque **l'espace R-R** entre 2 complexes QRS consécutifs reste le même **sur tout le tracé ECG**



Analyser le rythme

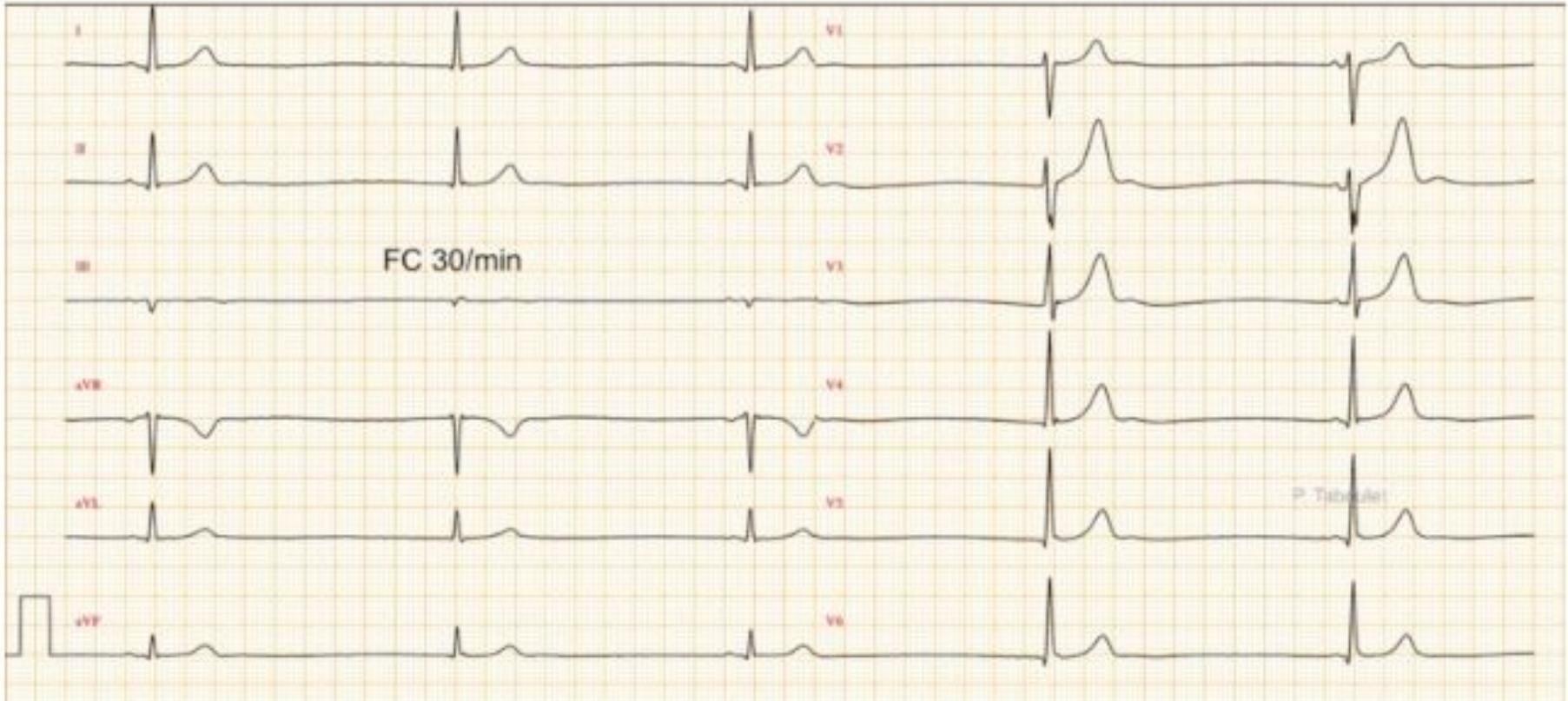


Arythmie sinusale

Arythmie *respiratoire* sujet jeune
avec accélération à l'inspiration

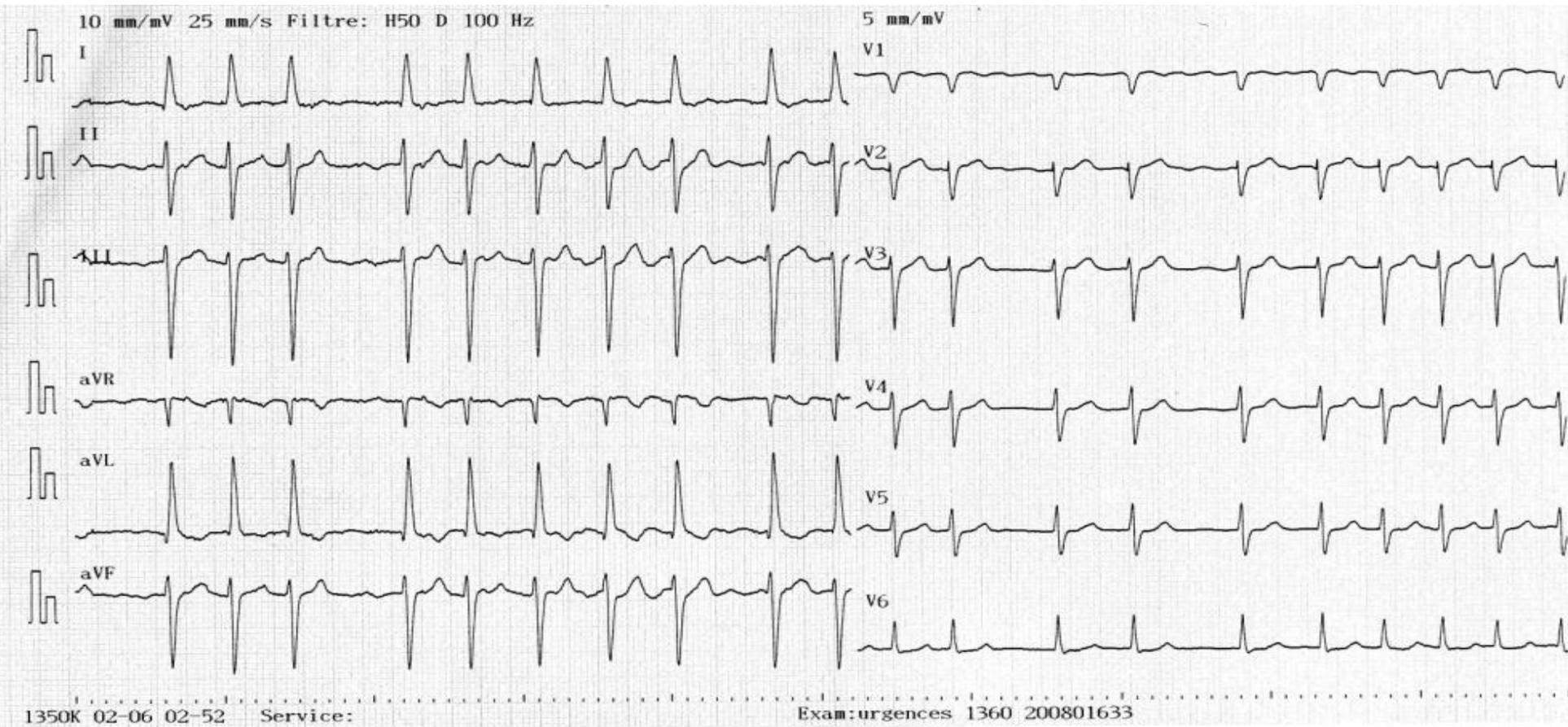


Analyser le rythme

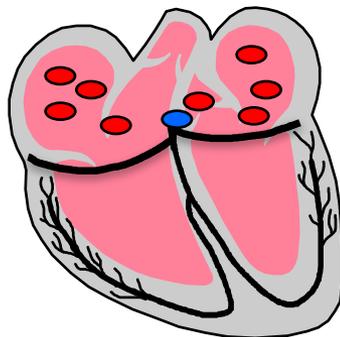


- Dysfonction sinusale**
Absence d'onde P avant certains QRS

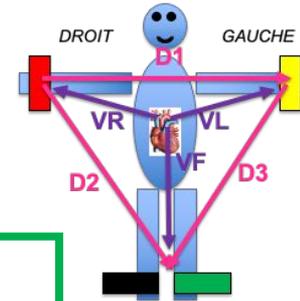
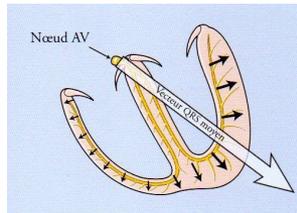
M. P. 65 CONSULTE POUR PALPITATION



Fibrillation auriculaire



• Axe cardiaque

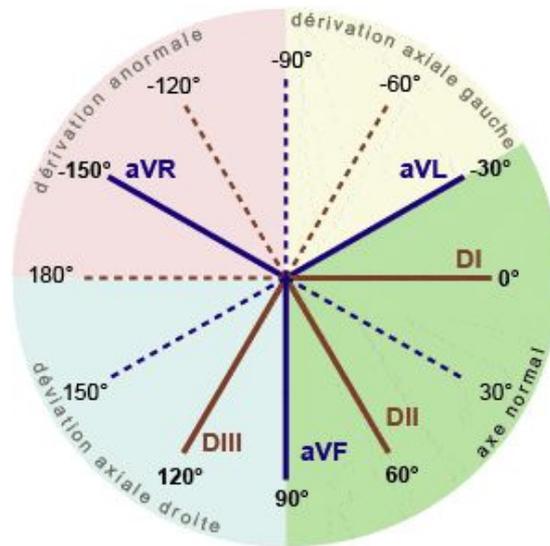


Détermination « vecteur QRS » moyen **dans le plan frontal**

L'axe est □

- Proche de la dérivation avec onde R la + ample
- Perpendiculaire à la dérivation avec complexe QRS isodiphasique

Direction axe normal □ -30° à 90° (jusqu'à $+110^\circ$)



© inhalotherapie.com

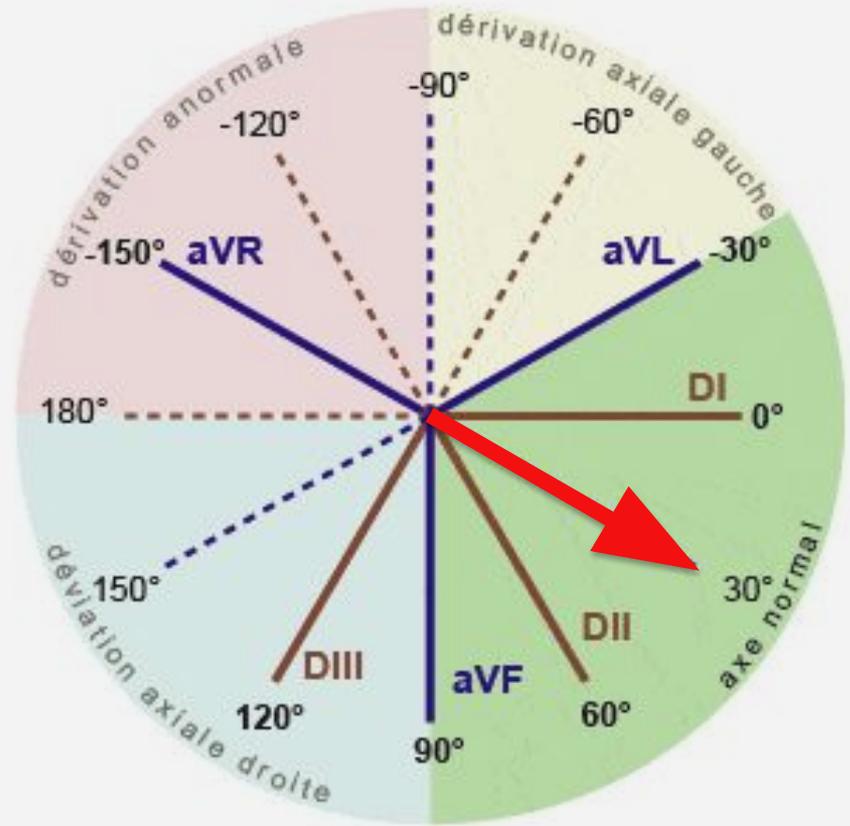
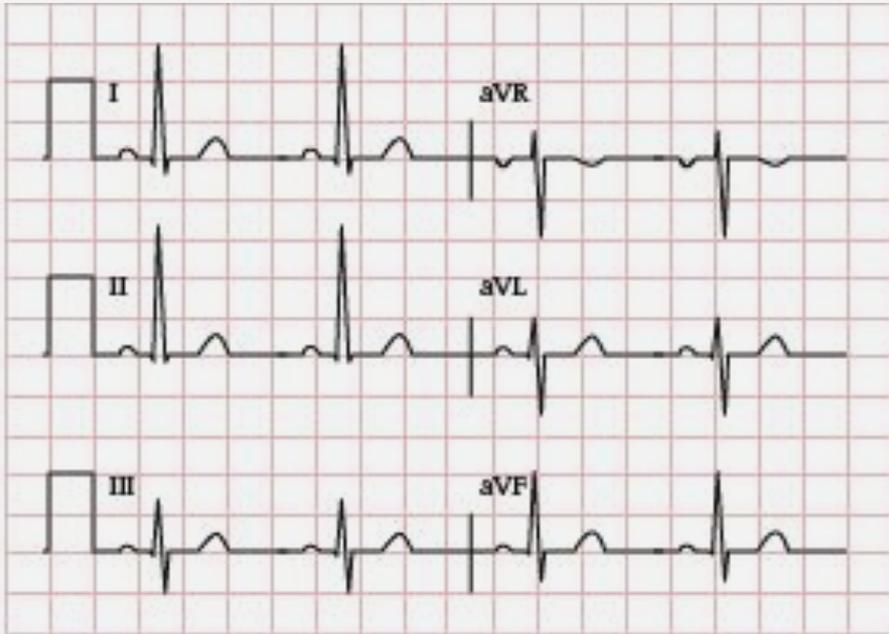
Autre méthode:

- Si QRS + en DI et en aVF □ axe normal
- Si QRS + en DI et – en aVF □ déviation G
- Si QRS – en DI et + en aVF □ déviation D

N.B.: L'axe va dans le sens d'une hypertrophie et fuit la zone infarctique



Déterminer l'axe cardiaque



• Onde P

Forme □ arrondie, symétrique

Durée □ < 0,08 sec

Amplitude □ < 2,5 mm

• Intervalle PR (ou PQ)

Durée □ 0,12 – 0,20 sec

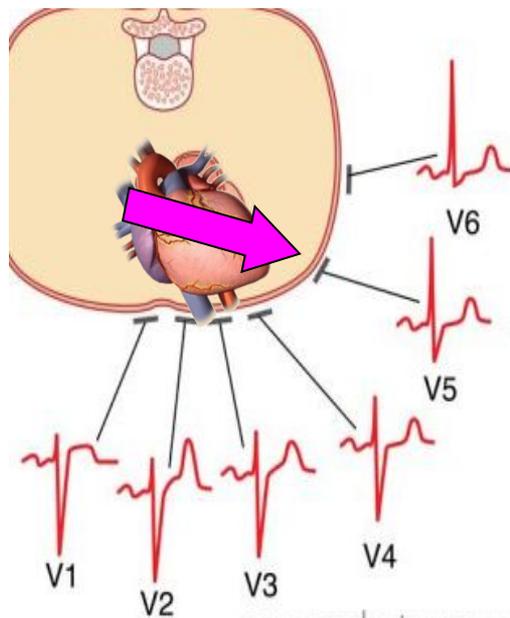
Aspect □ « isoélectrique »

□ Mesuré début onde P – début QRS

• Complexe QRS

Durée □ < 0,10 (0,12) sec

Amplitude □ < 3 mm



Zone transitionnelle

□ Explique les variations d'amplitude R et S **en précordial**:

- onde surtout + (R) si dépol vient vers électrode (V5,V6)
- onde surtout – (S) si dépol s'éloigne de l'électrode (V1,V2)
- onde diphasique (+ puis -) si électrode perpendiculaire (voit « passer » la dépolarisation)
= zone de transition, en général en **V3,V4**

• Segment ST

Aspect □ isoélectrique

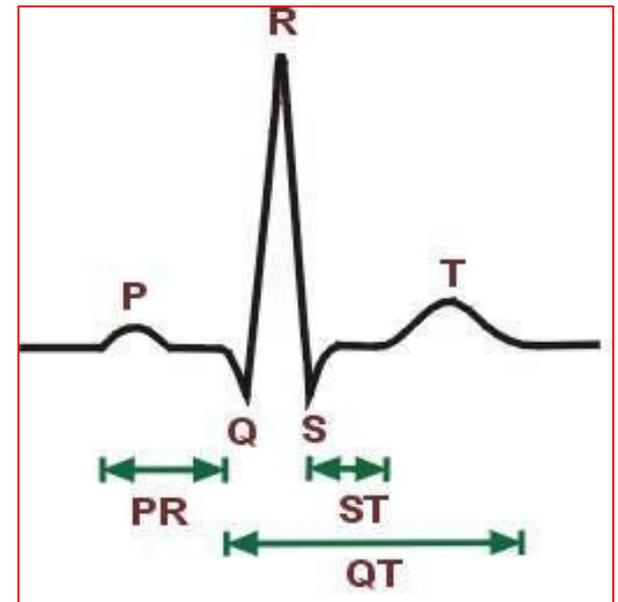
• Onde T

Forme □ asymétrique

Amplitude □ < 50/75% amplitude onde R

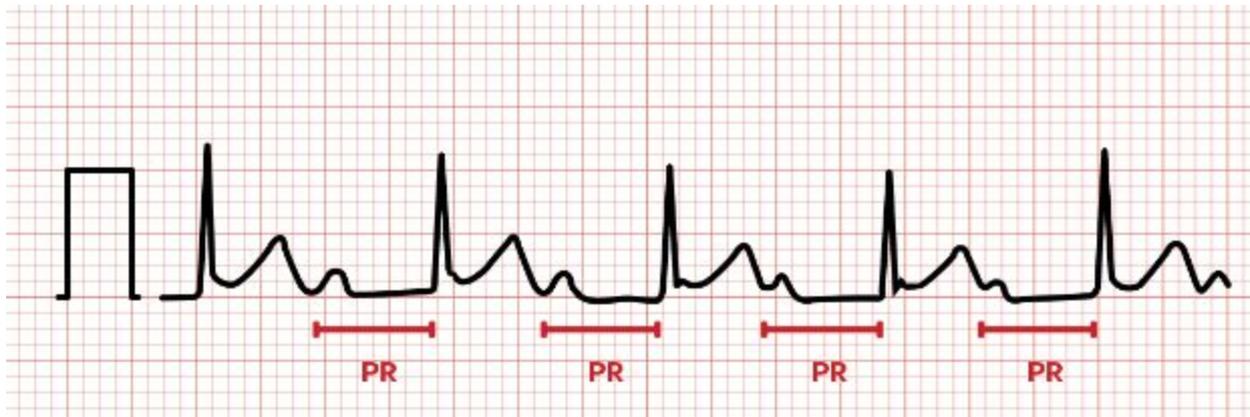
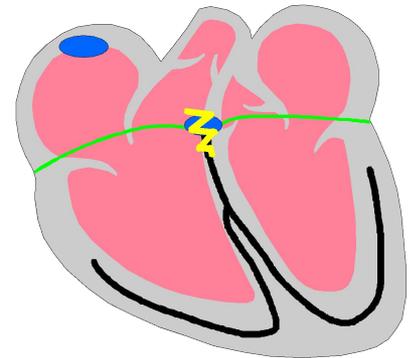
Espace PR

- Début onde P jusqu'au début du QRS
- PR : 120-200ms
- **BAV1** : allongement **stable** PR > 200ms (PR fixe, FC fixe)



Blocs Auriculo-Ventriculaires (BAV)

- **BAV 1** : bloc du 1^{er} degré
 - allongement de l'intervalle PR > 0.2 secondes



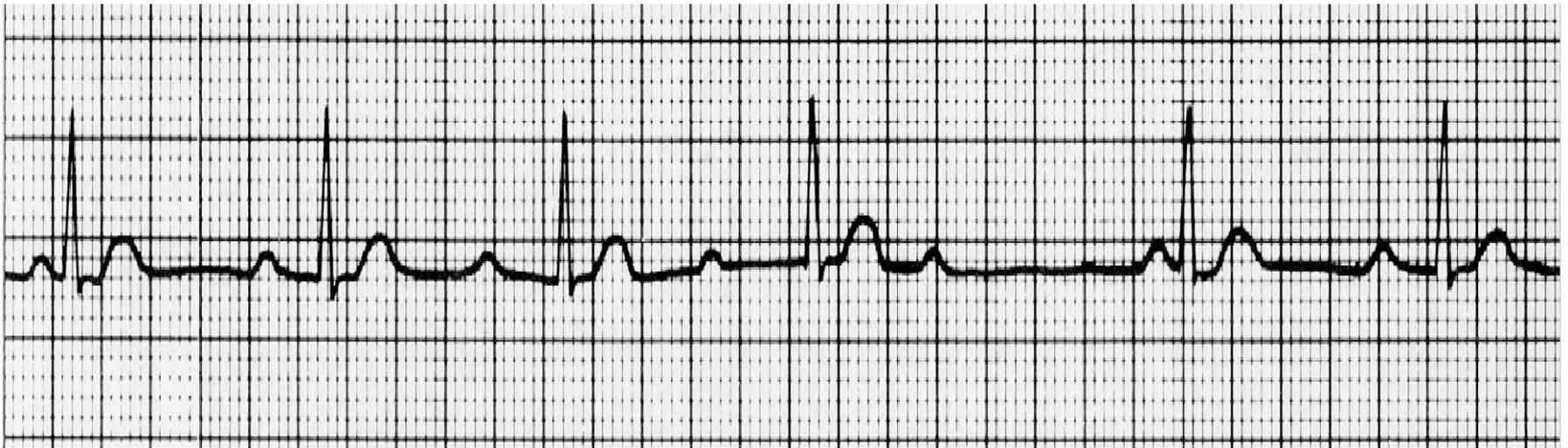
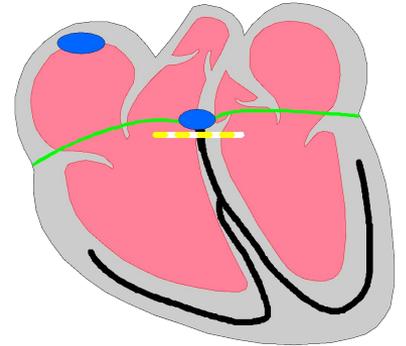
Espace PR

- Début onde P jusqu'au début du QRS
- PR : 120-200ms
- **BAV1** : allongement **stable** PR>200ms (PR fixe, FC fixe)
- **BAV 2 type 1** : allongement **progressif** PR jusqu'à bloquer une onde P (PR variable, FC variable)

Pathologies cardiaques

Blocs Auriculo-Ventriculaires (BAV)

- **BAV 2** : bloc du 2nd degré
 - **type 1 ou Wenckebach** : allongement progressif du PR jusqu'au blocage d'une onde P



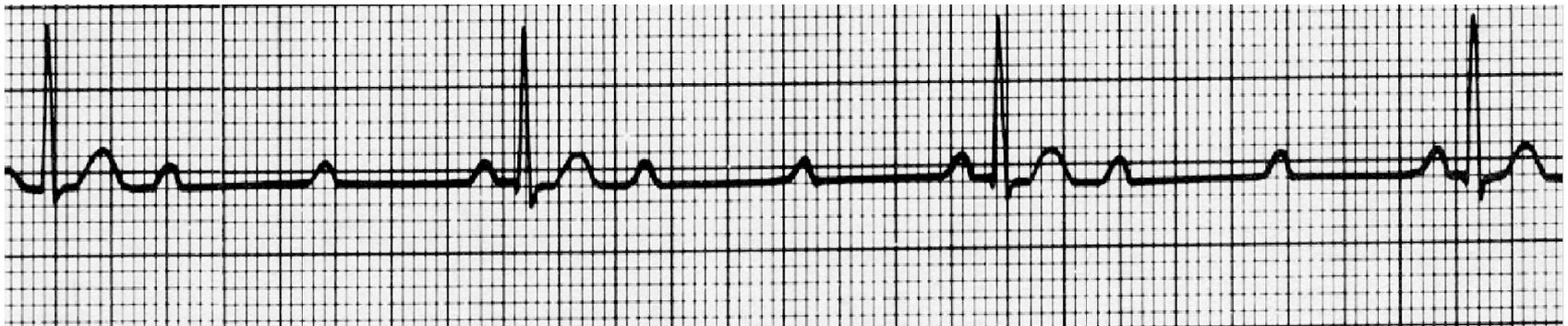
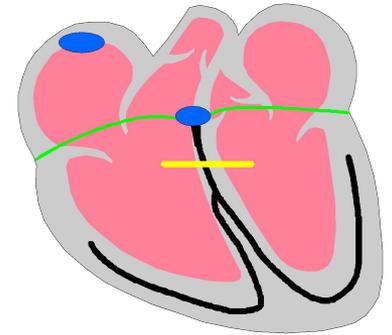
Espace PR

- Début onde P jusqu'au début du QRS
- PR : 120-200ms
- **BAV1** : allongement **stable** PR > 200ms (PR fixe, FC fixe)
- **BAV 2 type 1** : allongement **progressif** PR jusqu'à bloquer une onde P (PR variable, FC variable)
- **BAV 2 type 2** : une onde P **bloquée** sur 2 ou 3, mais espace PR stable (PR fixe, avec FC fixe ou variable **bradycardie**)

Pathologies cardiaques

Blocs Auriculo-Ventriculaires (BAV)

- **BAV 2** : Bloc du 2nd degré
 - **type 2 ou Mobitz 2** : une ou plusieurs ondes P bloquées sans allongement préalable de l'intervalle PR
 - Ex : conduction 2/1 (2 ondes P pour 1 QRS) ou conduction 3/1 (3 ondes P pour 1 QRS)



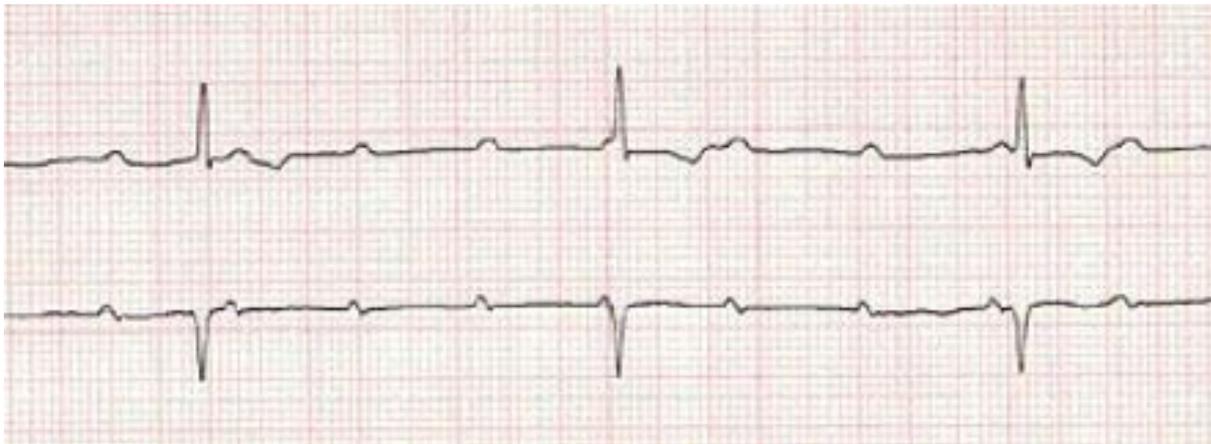
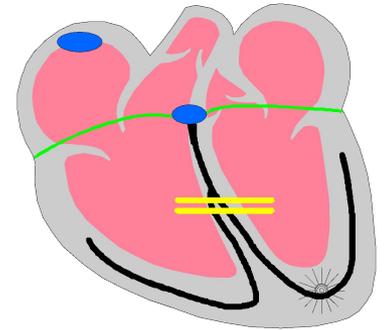
Espace PR

- Début onde P jusqu'au début du QRS
- PR : 120-200ms
- **BAV1** : allongement **stable** PR>200ms (PR fixe, FC fixe)
- **BAV 2 type 1** : allongement **progressif** PR jusqu'à bloquer une onde P (PR variable, FC variable)
- **BAV 2 type 2** : une onde P **bloquée** sur 2 ou 3, mais espace PR stable (PR fixe, avec FC fixe ou variable **bradycardie**)
- **BAV 3** : **dissociation** AV (pas de relation P-QRS. Fc fixe **bradycardie**)

Pathologies cardiaques

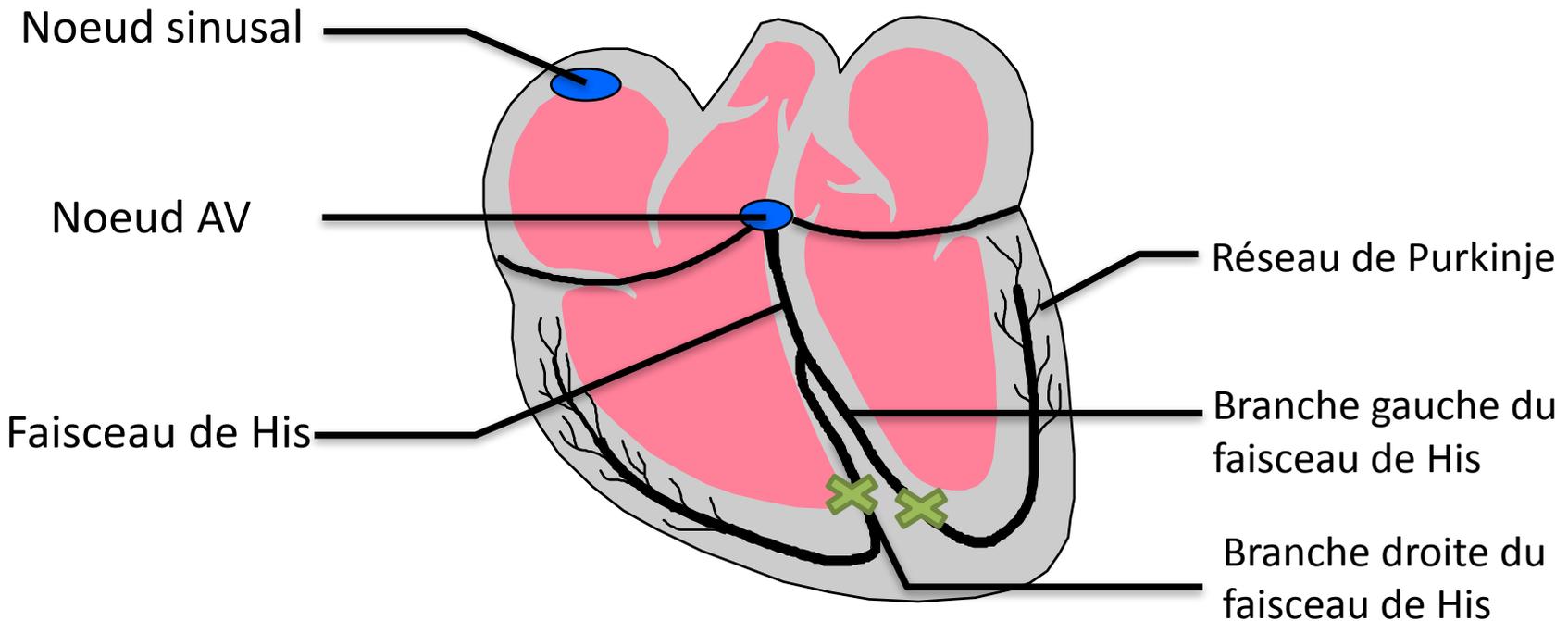
Blocs Auriculo-Ventriculaires (BAV)

- **BAV 3** : bloc du 3^e degré ou bloc complet
 - aucune onde P n'est conduite aux ventricules (blocage de toutes les ondes P)
 - Dissociation totale entre oreillettes et ventricules
 - Activité ventriculaire née jonction AV ou V



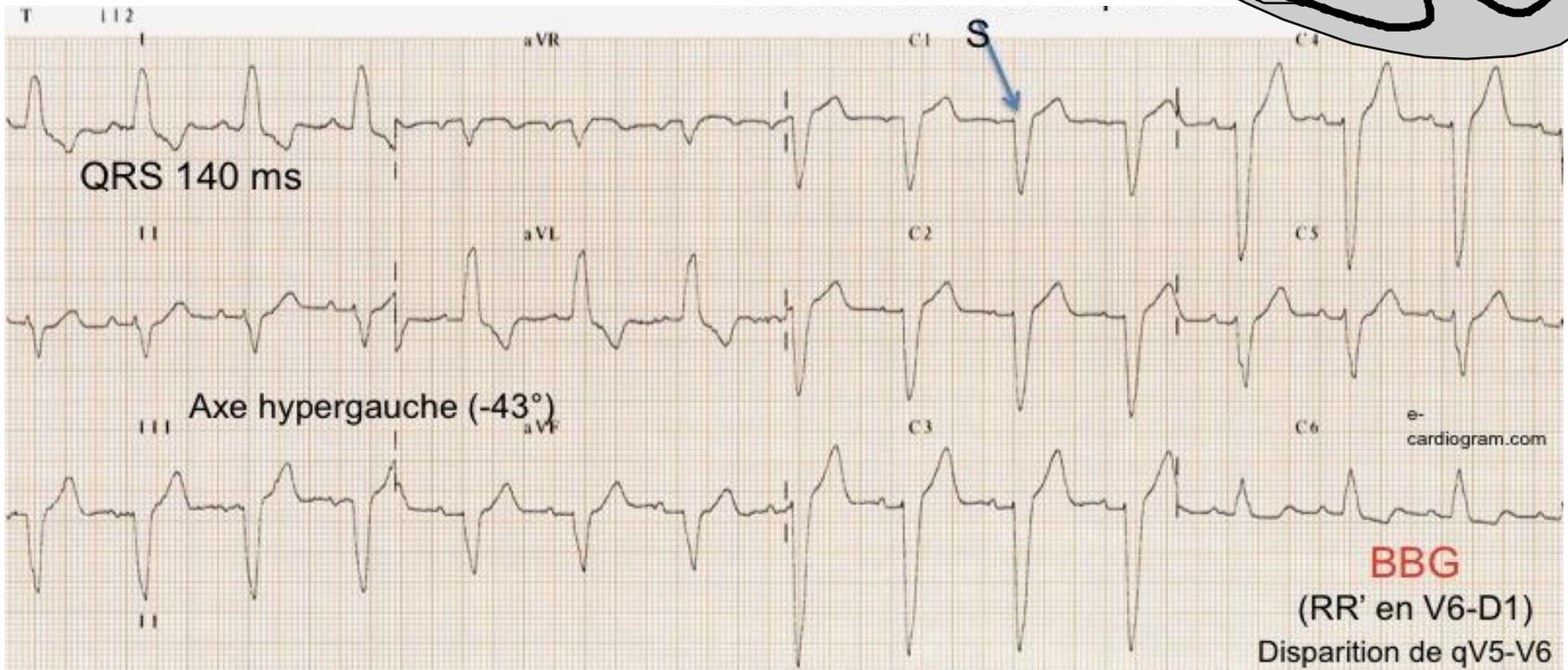
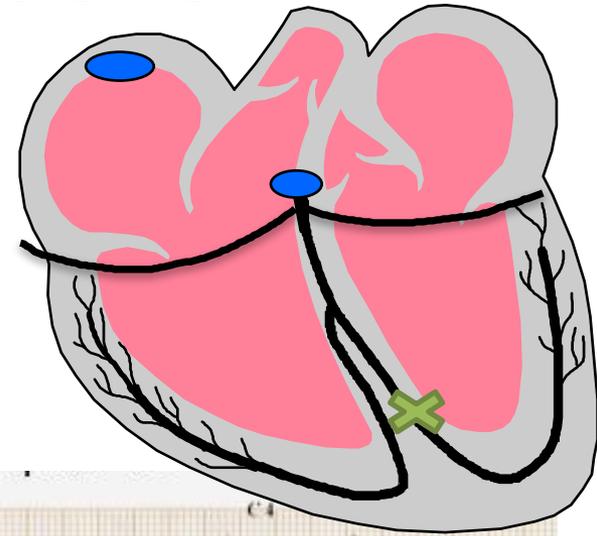
DURÉE QRS

- QRS : début QRS jusqu'à la fin de l'onde S
- Bloc de branche complet QRS > 120ms (3 petits carreaux)



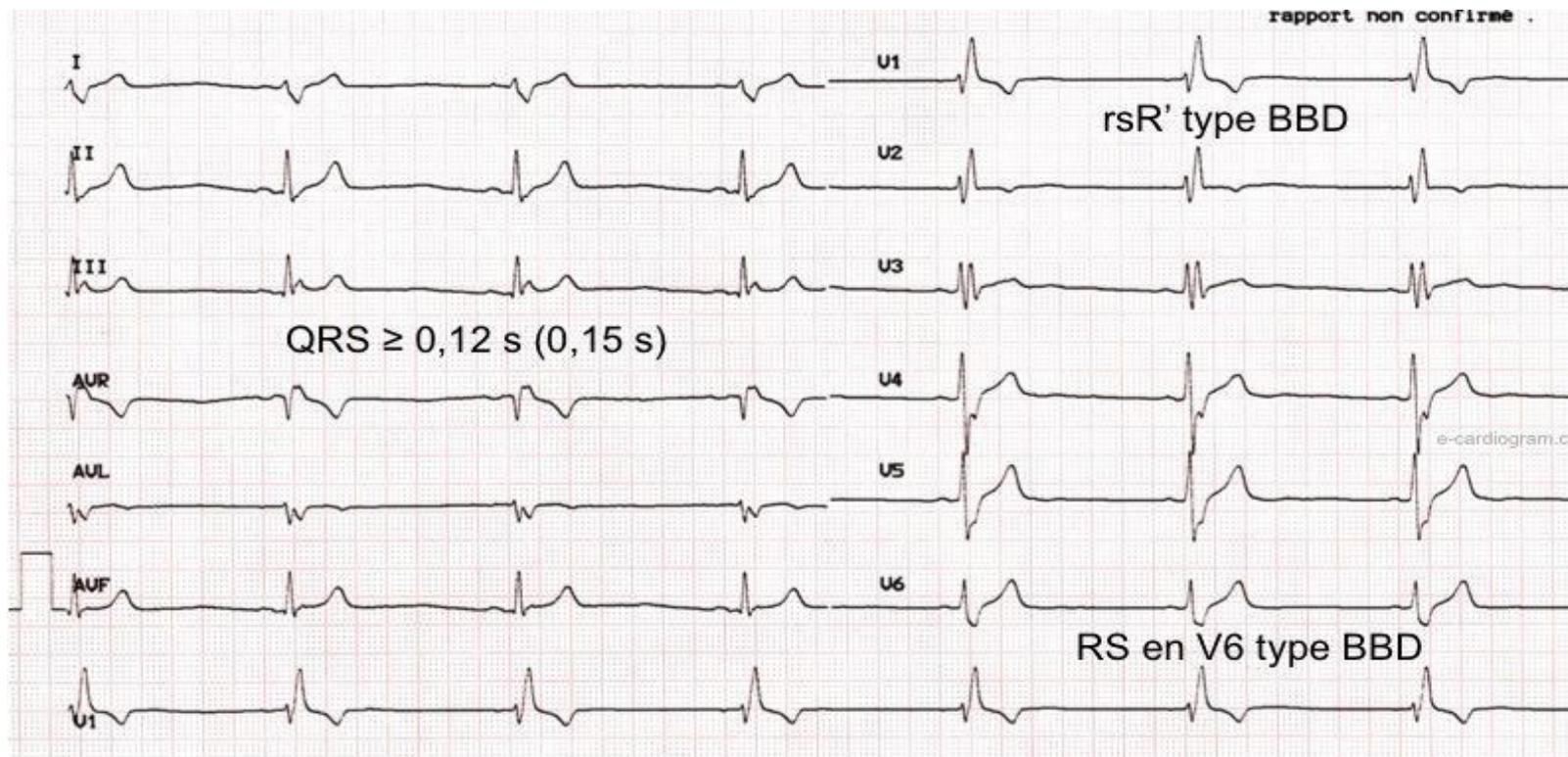
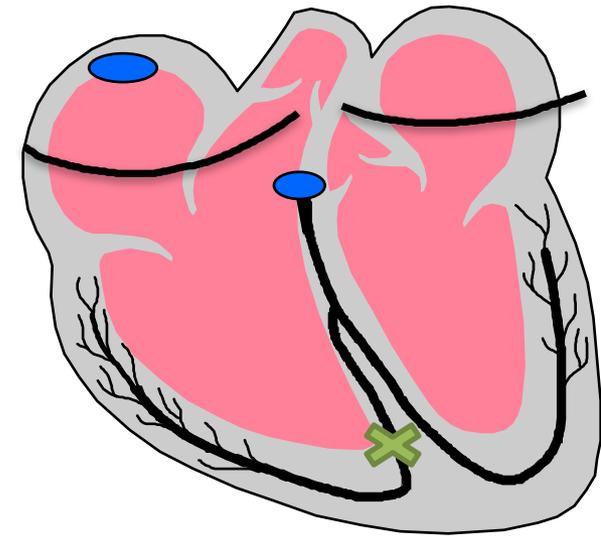
Bloc de branche gauche

- Aspect QS en V1, V2
- Part de la droite et arrive à gauche
- Aspect M ou RR' en D1, V6

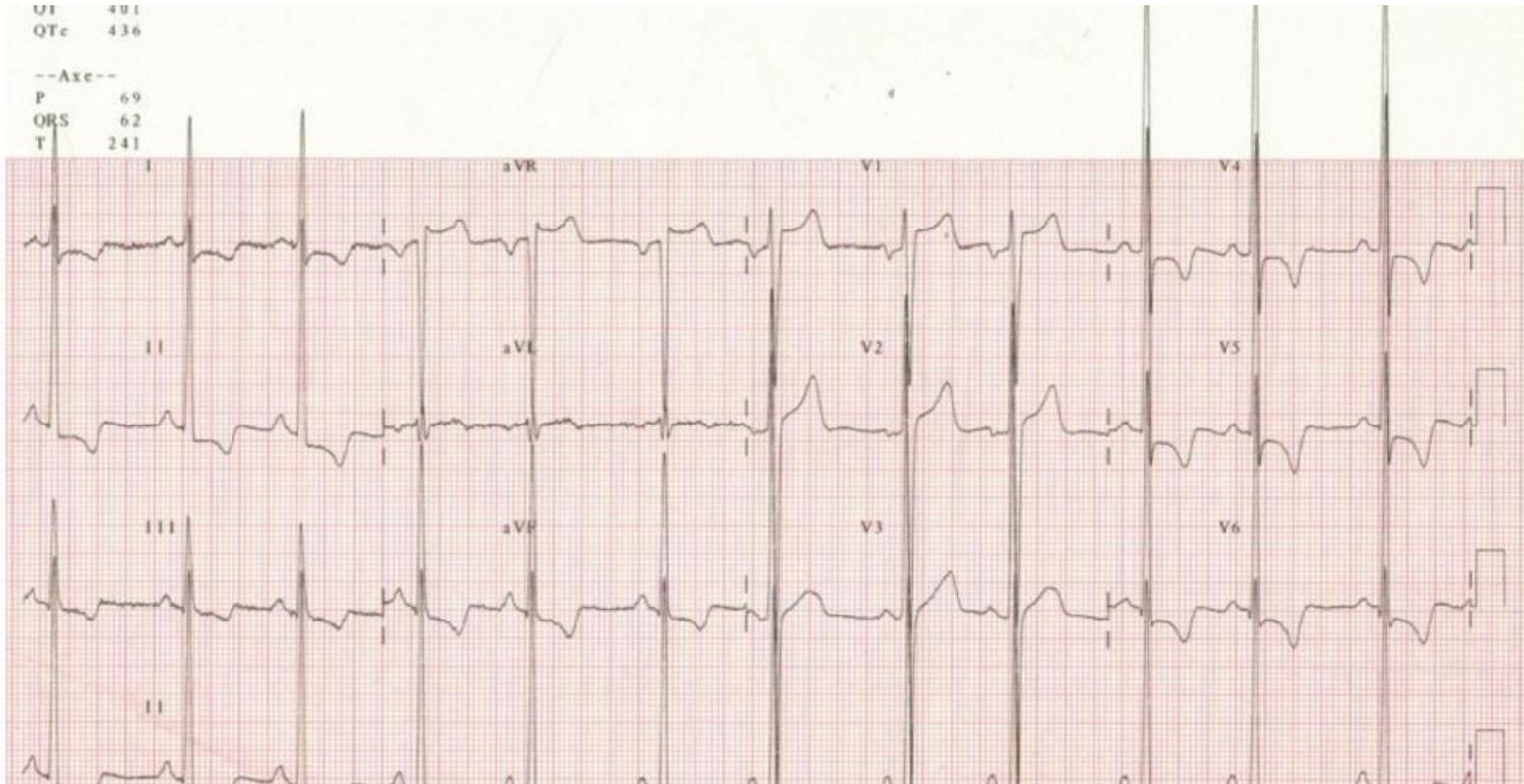


Bloc de branche droit

- V1-V2 : aspect RSR'
- Par de la gauche et arrive à droite
- rS en V6

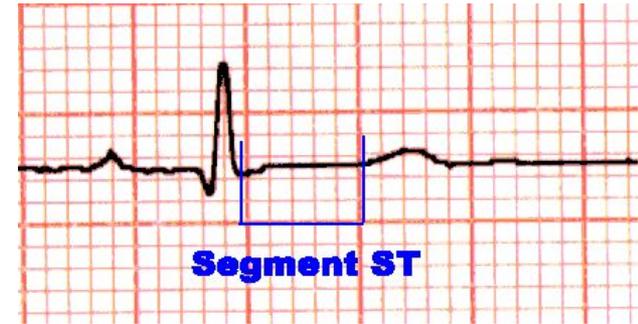


Amplitude QRS



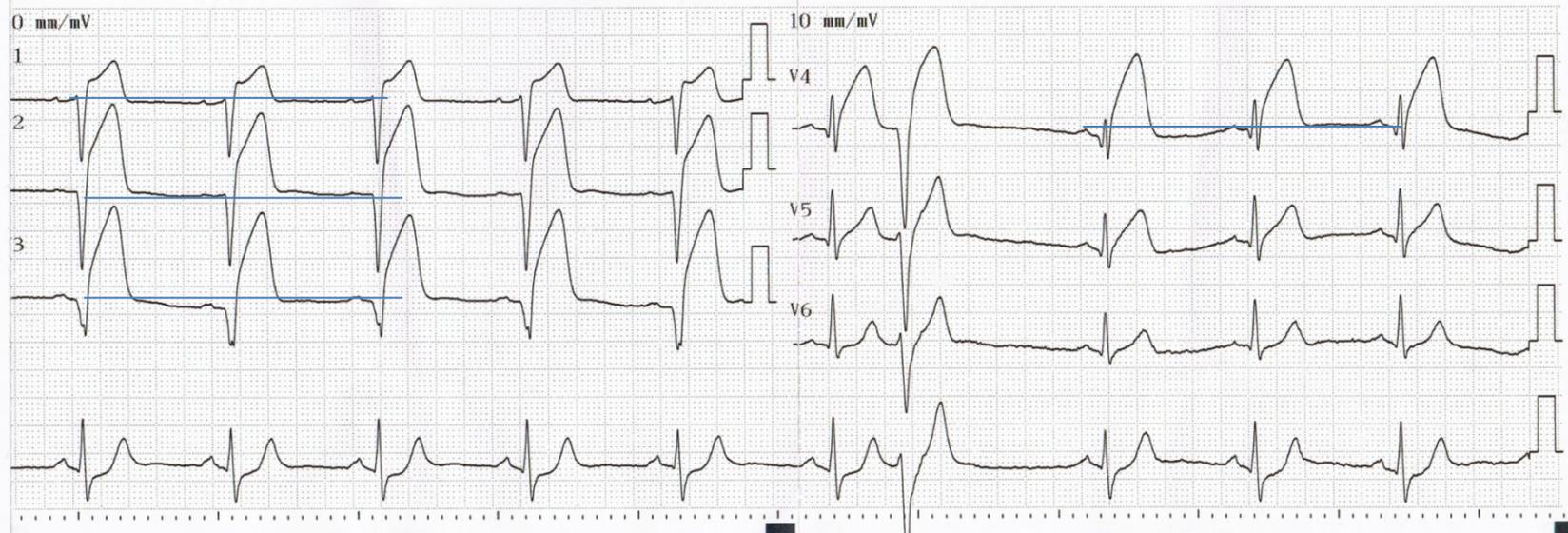
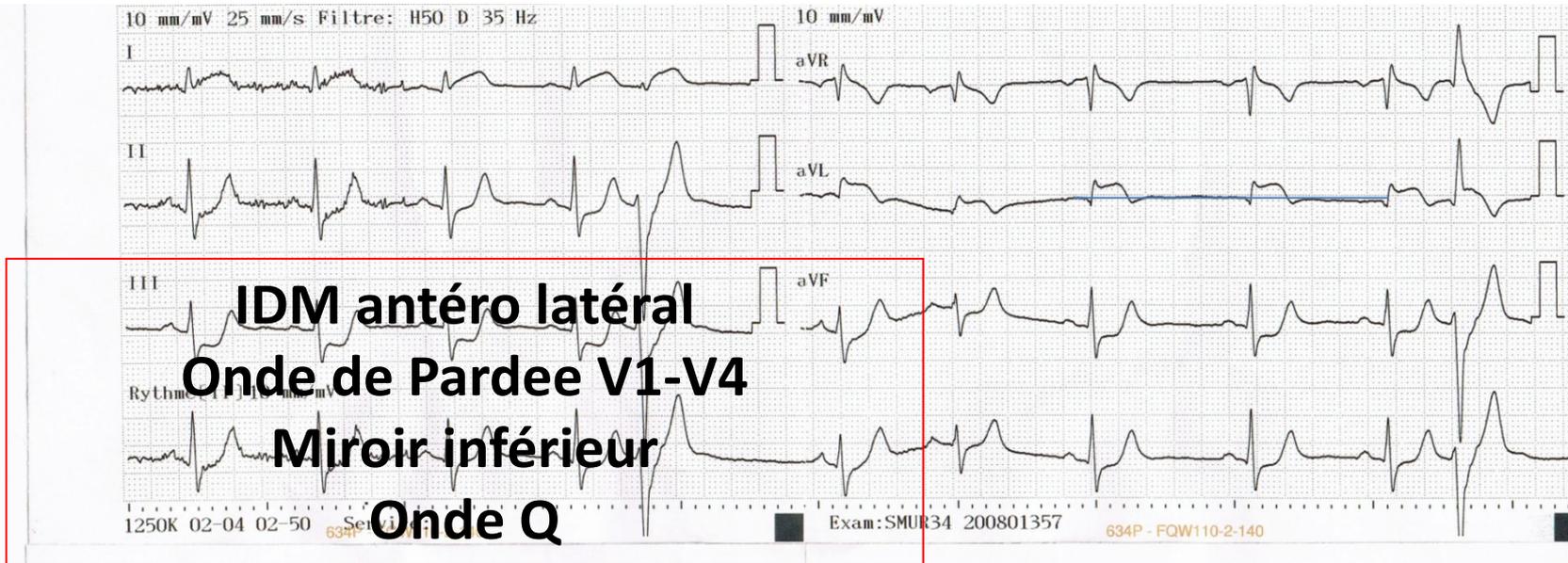
HVG ÉLECTRIQUE

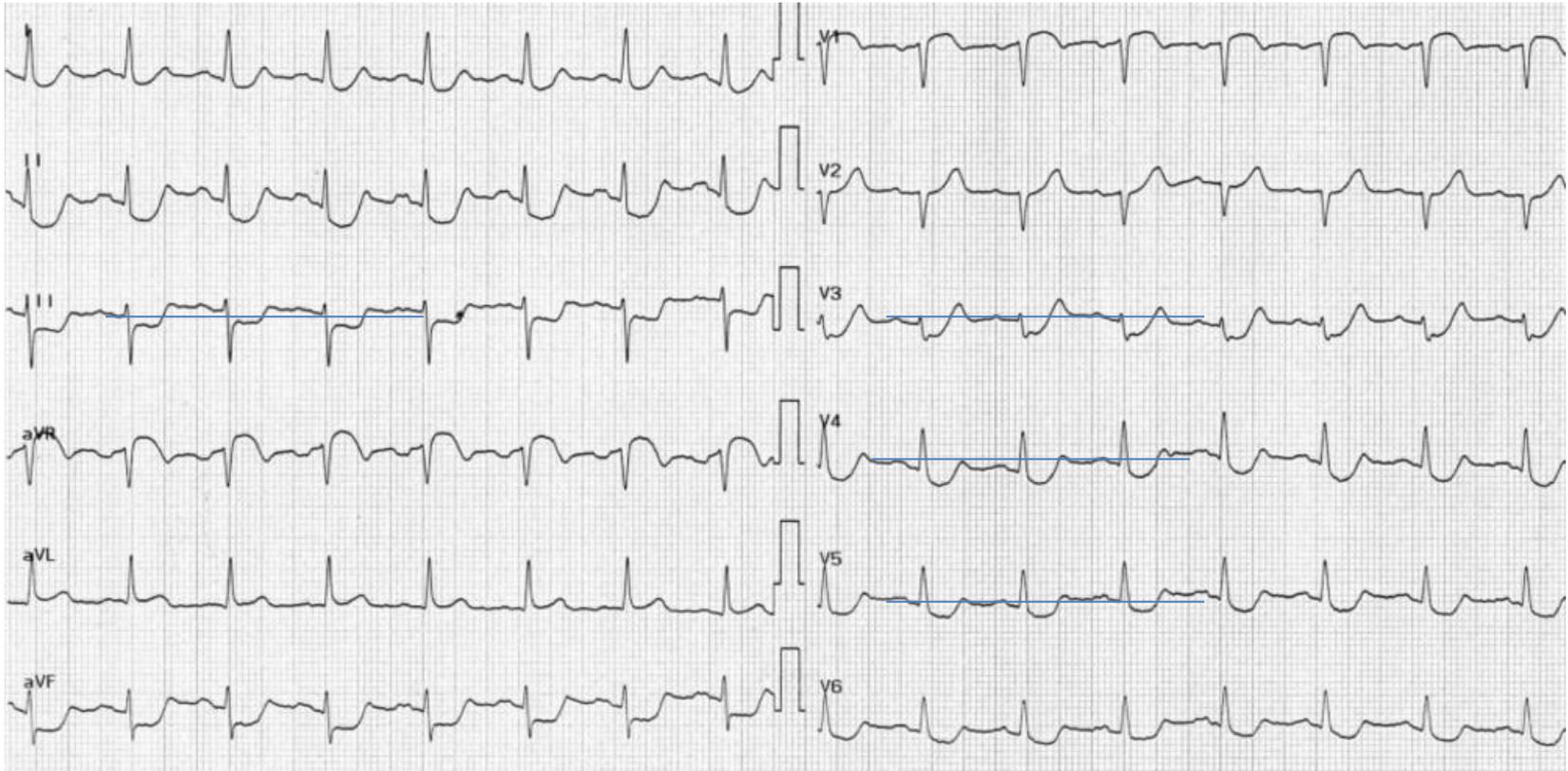
REPOLARISATION / Segment ST et onde T



- S'orienter avec la clinique (douleur thoracique ?)
- Ischémie ?
- Embolique pulmonaire ?
- Péricardite ?
- Trouble métabolique ?
- Cardiopathie sous jacente ?

M. R. 70 ans, douleur thoracique

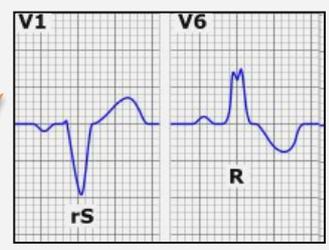




Sous décalage segment ST :
ischémie ?

QUIZ

« Associer chaque ECG à son anomalie »



A

RsR' en V6

Hypertrophie atriale droite

Hypertrophie atriale gauche

BAV 1^{er} degrés

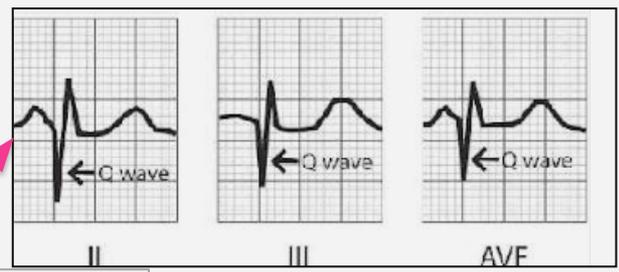
BBG

Onde q profonde

BBD

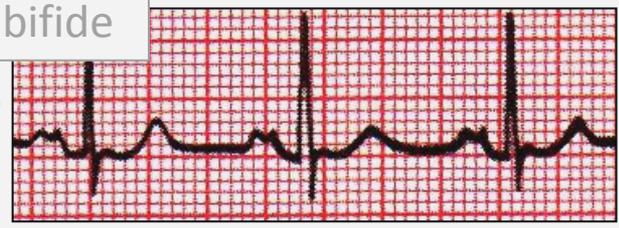
RsR' en V1

Séquelle IDM inférieur

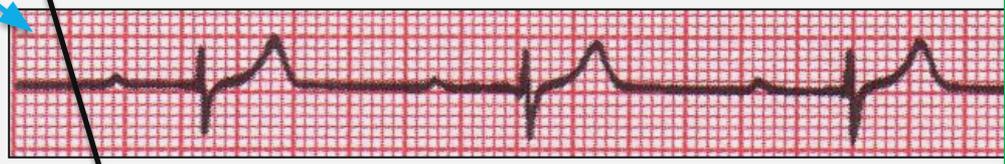


B

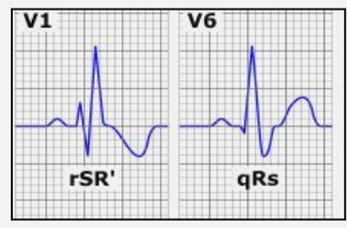
Onde P bifide



C

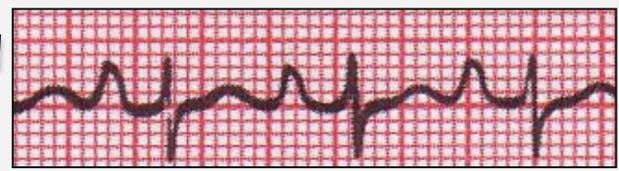


D



E

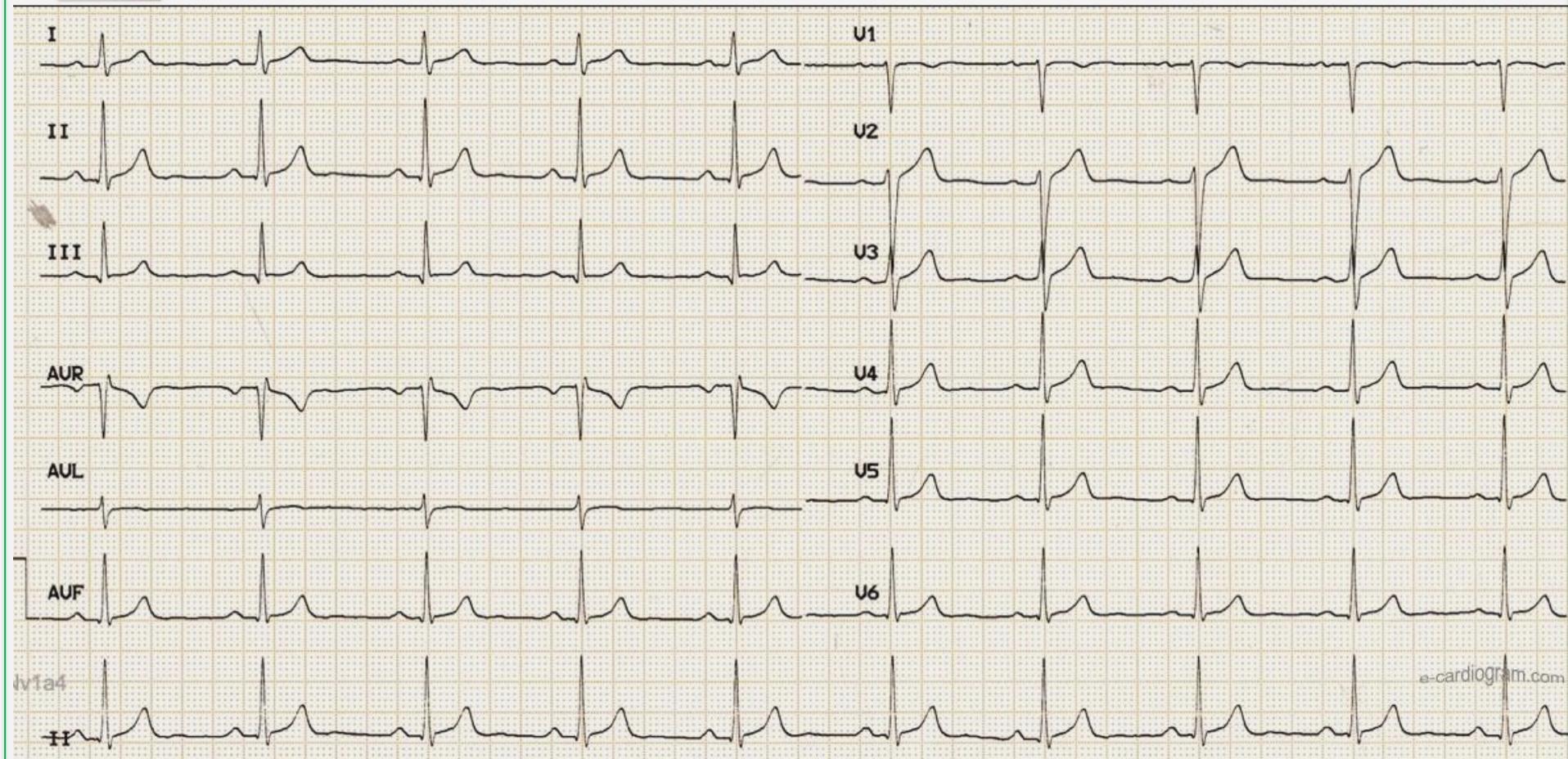
Onde P ample



F

QUIZ

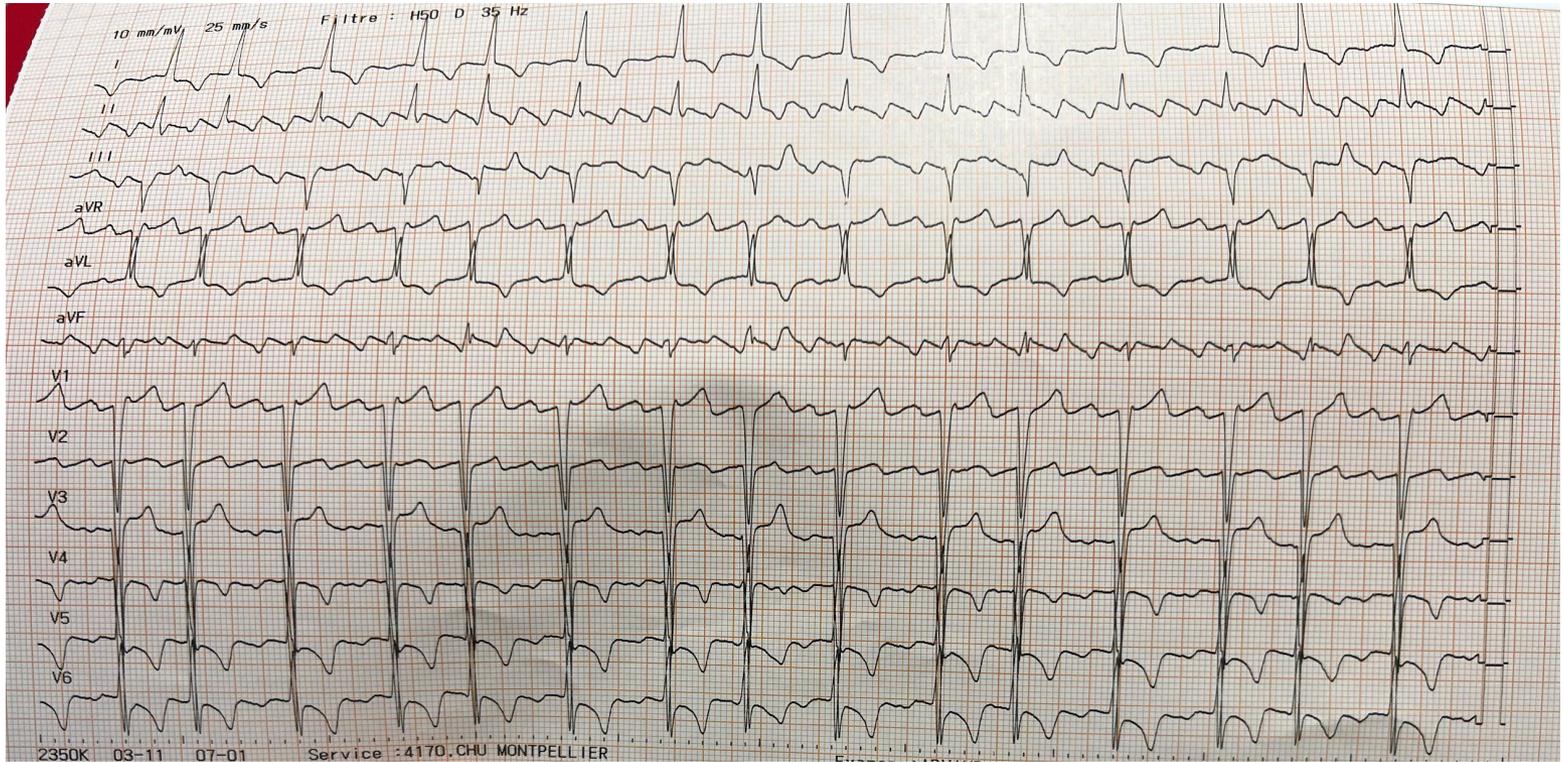
Analyse globale : Axe, Fréquence, Rythme.



- Axe D2, 60°
- Fréquence 60 bpm
- Rythme Sinusal, régulier

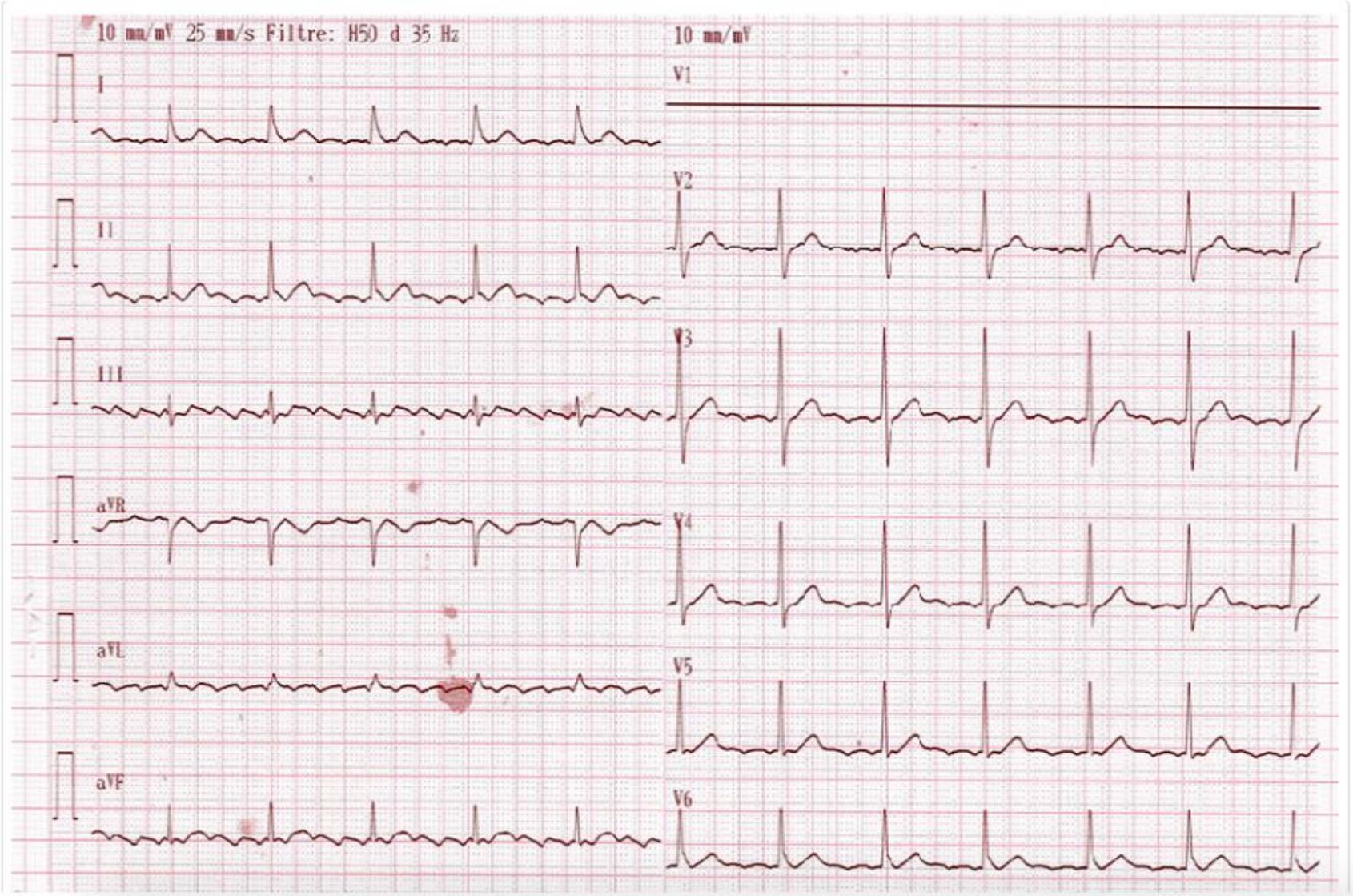


Normal ou anormal ?



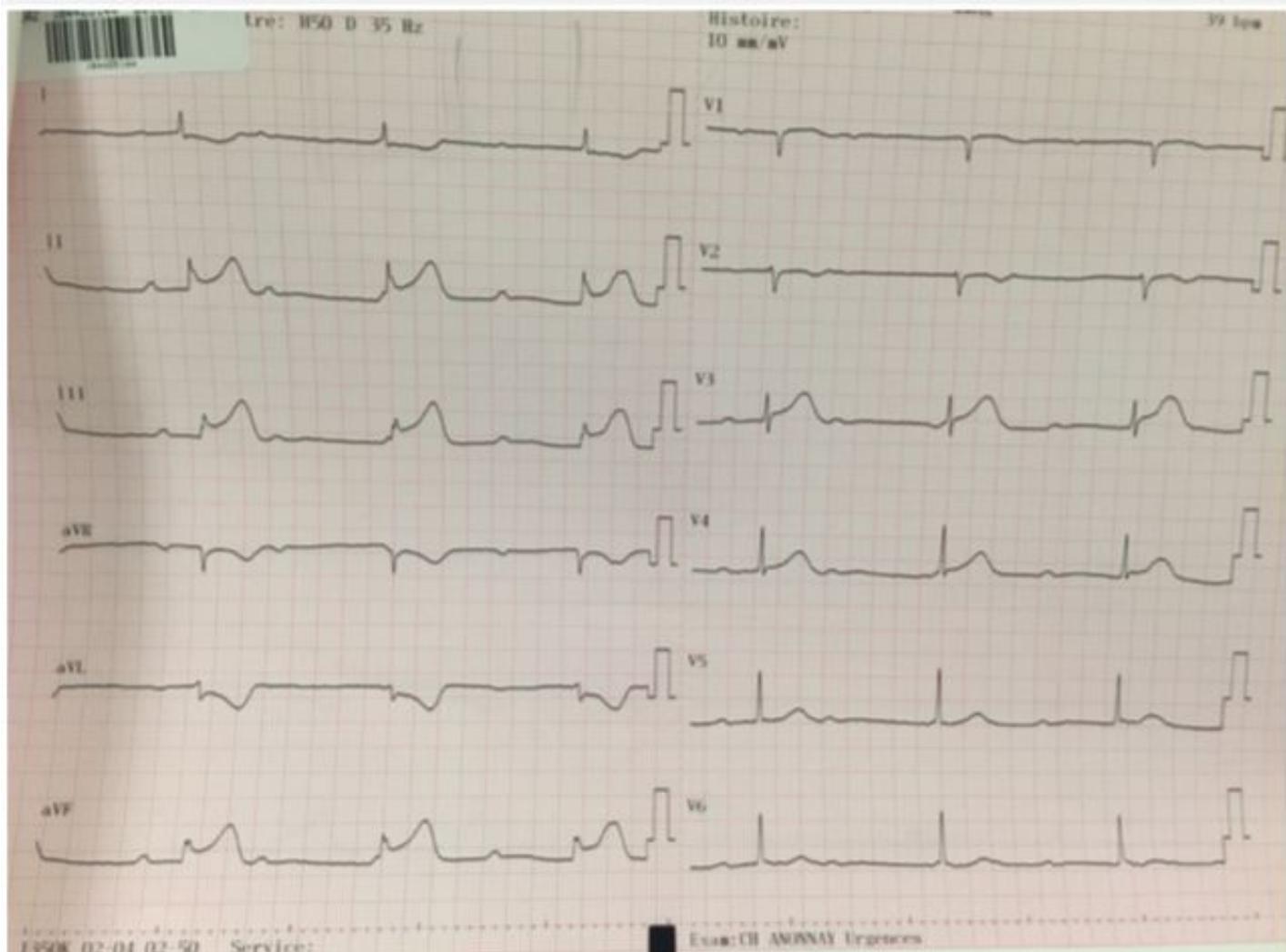


Normal ou anormal ?





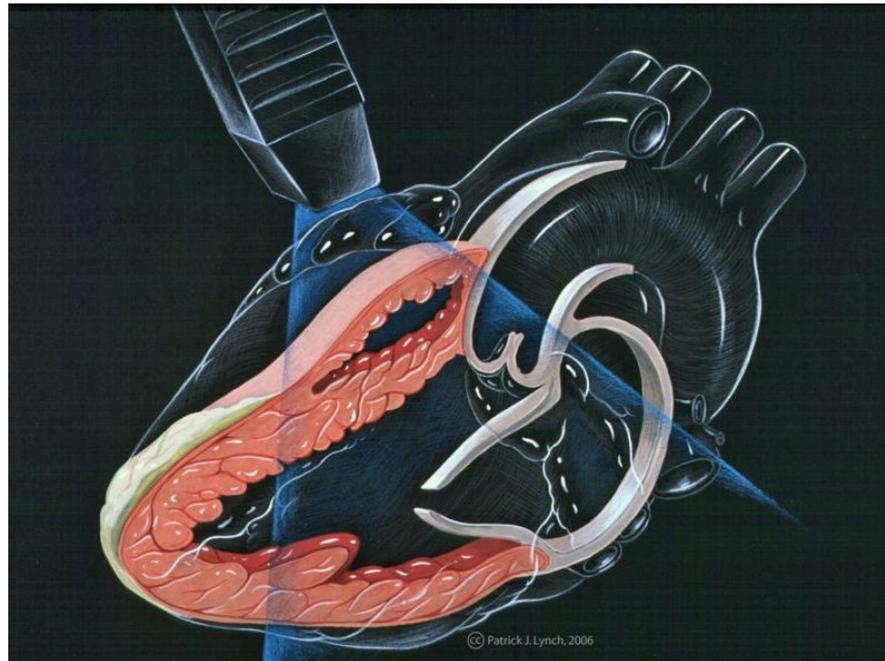
Normal ou anormal ?





ECHOGRAPHIE CARDIAQUE

UE Appareil Cardio-Vasculaire



DFGSM3 – DFGSMa3

Un outil fabuleux

non invasif, peu coûteux, réalisable au lit du patient



pronostic

diagnostic

suivi

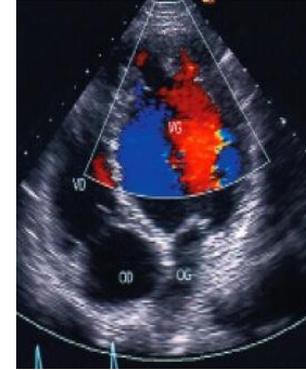
décisions thérapeutiques

Que mesure-t-on ?

□ ECHOGRAPHIE



□ DOPPLER



ECHODOPPLER

Étude morphologique:

- Parois (épaisseur, trou...)
- Cavités (taille, volume)
- Valves (O/F, calcifications...)
- Péricarde (épanchement)
- ...

Étude fonctionnelle: FLUX

- Fonction systolique (flux d'éjection aortique)
- Fonction diastolique (flux de remplissage transmitral)
- ...

Estimation volume d'éjection systolique, débit cardiaque, pression de remplissage du VG, pression artérielle pulmonaire...

Pré requis

Quelques formules (rappel)

$$Q_c \text{ (l/min)} = \text{VES} \times \text{FC}$$

$$\text{VES (ml)} = \text{VTD VG} - \text{VTS VG}$$

$$\text{FE VG (\%)} = \text{VES} / \text{VTD VG}$$

Qc = débit cardiaque

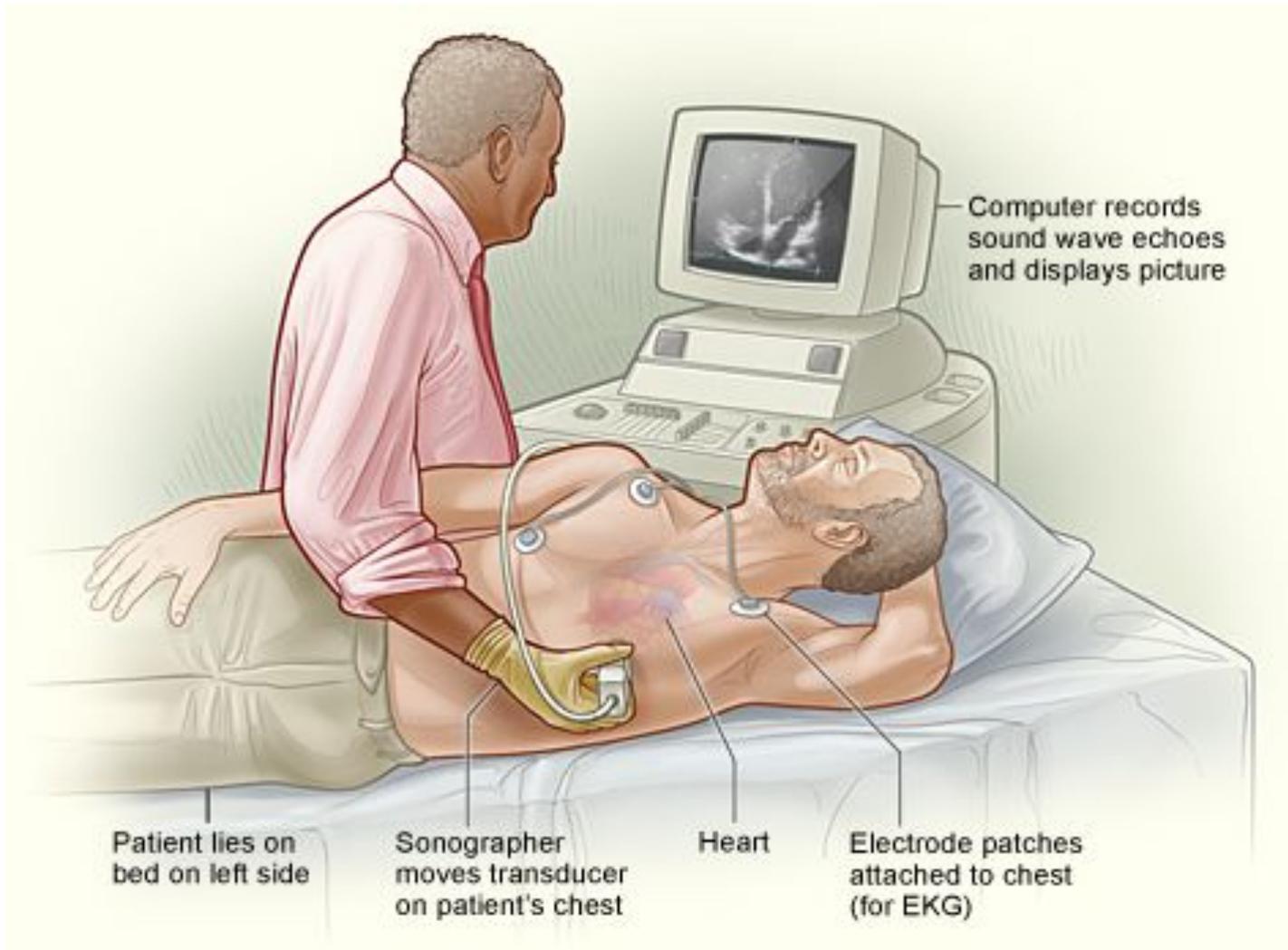
VES = volume d'éjection systolique

VTD = volume télédiastolique

VTS = diamètre télésystolique

FE = Fraction d'éjection

Installation du patient



Incidences parasternales

Position de la sonde



incidence parasternale grand axe



Plan longitudinal

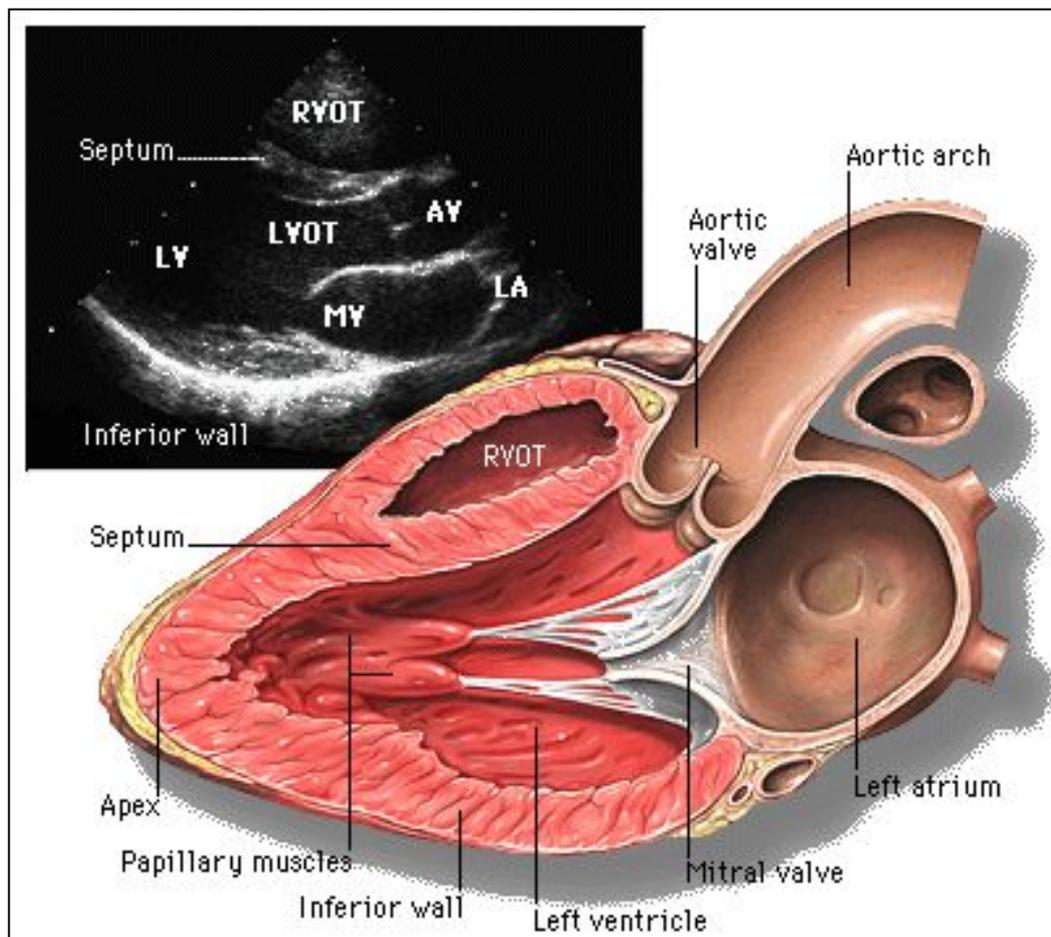
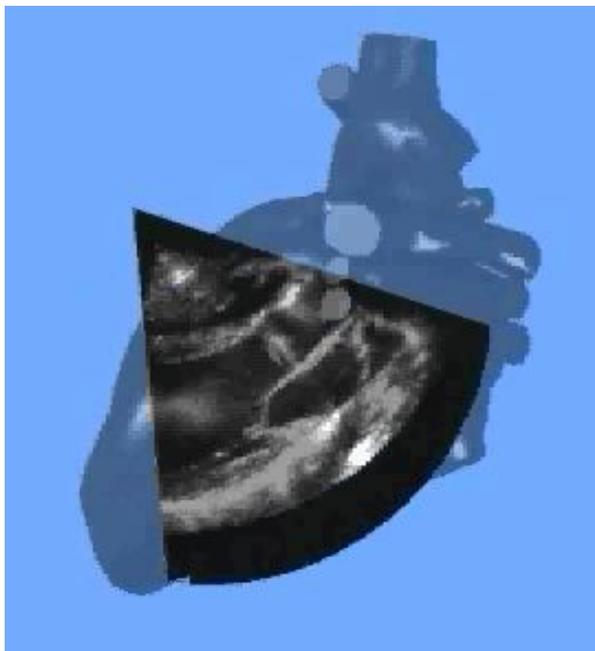


incidence parasternale petit axe



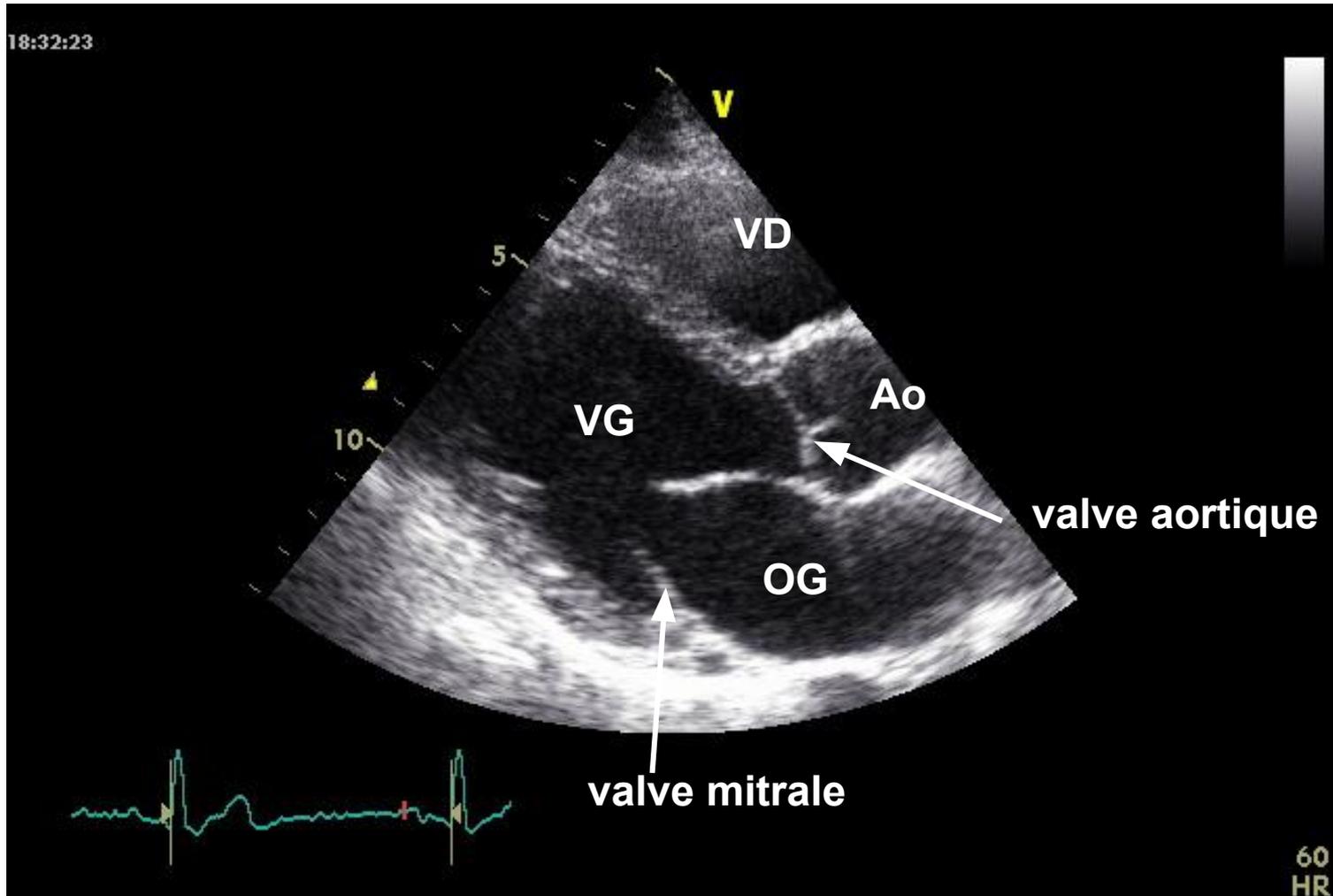
Plan transverse

Incidence parasternale grand axe



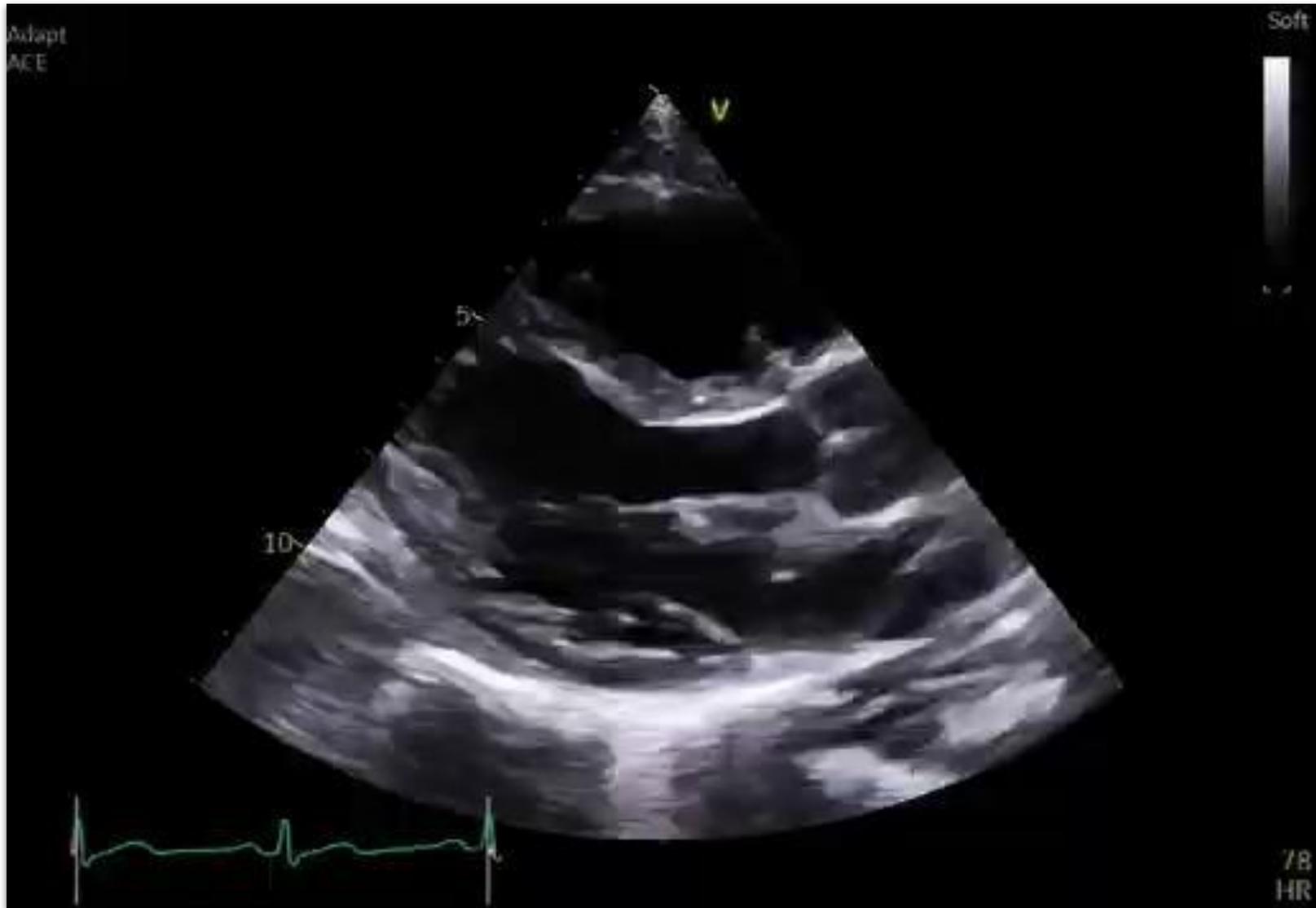
Incidence parasternale grand axe

Mode bidimensionnel



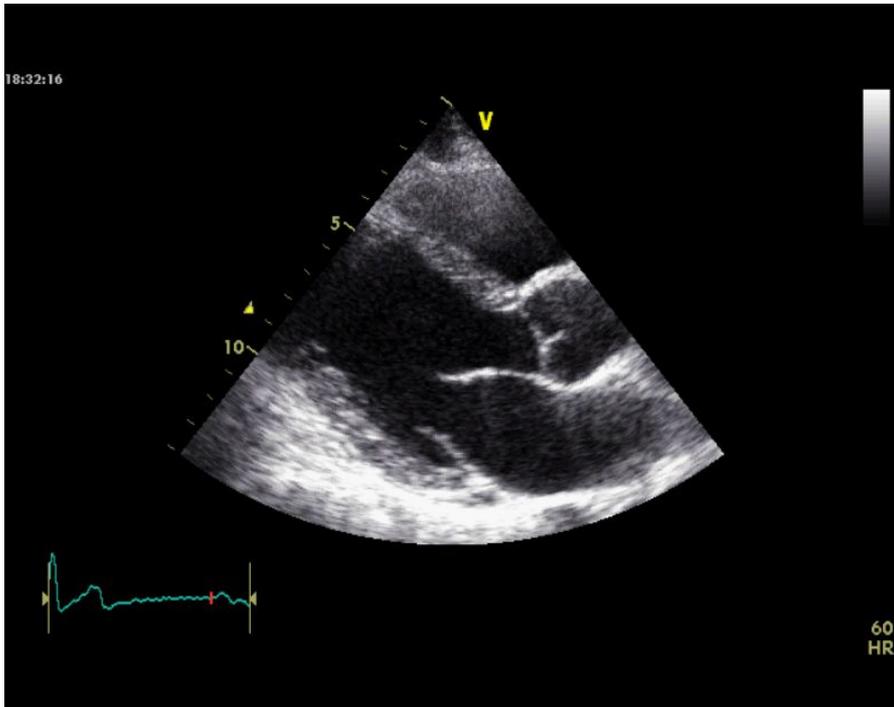
Incidence parasternale grand axe

Mode bidimensionnel

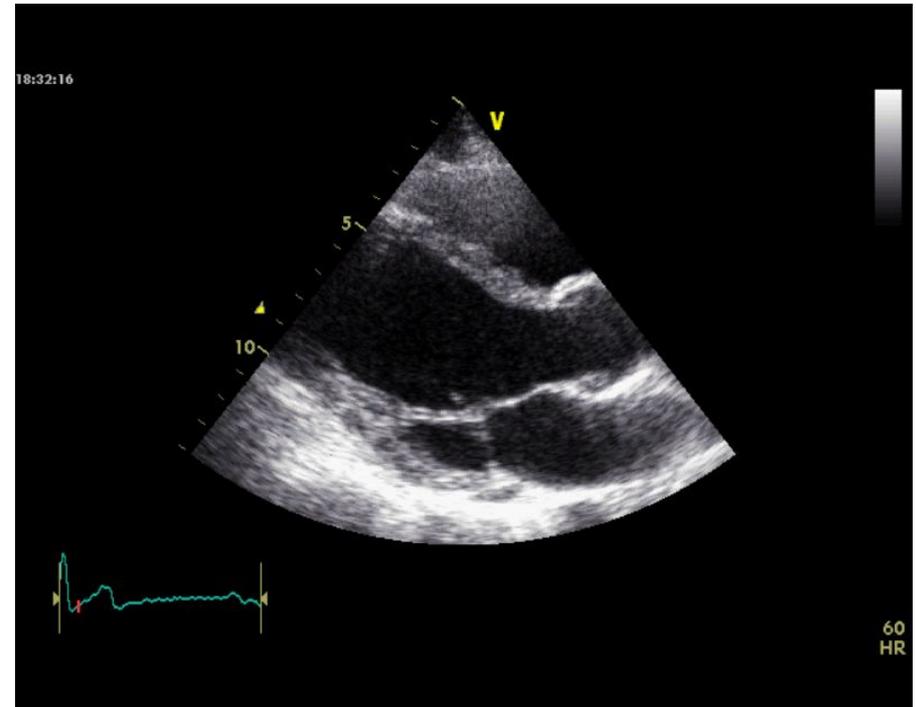


Incidence parasternale grand axe

Mode bidimensionnel

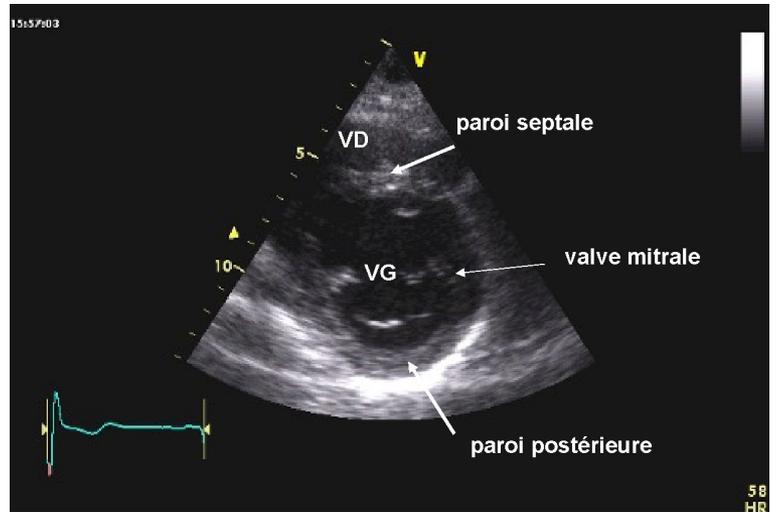
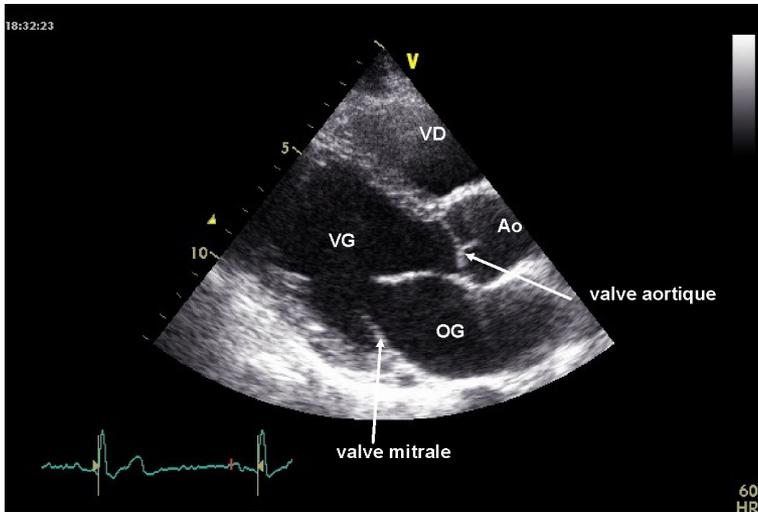
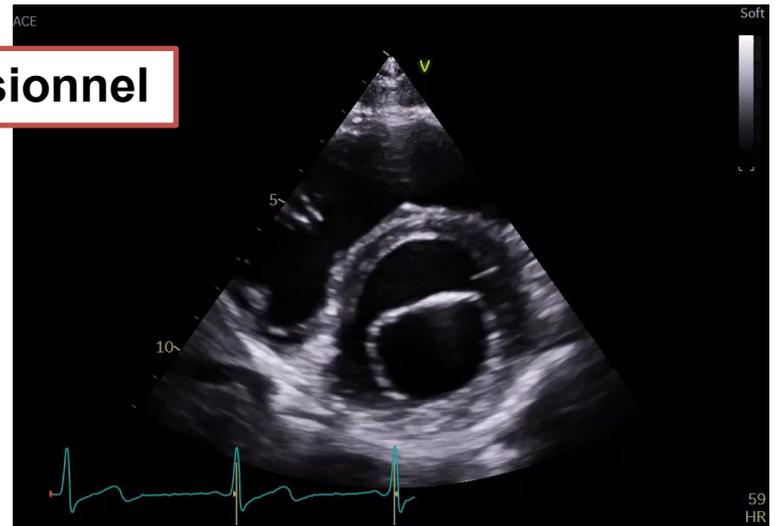
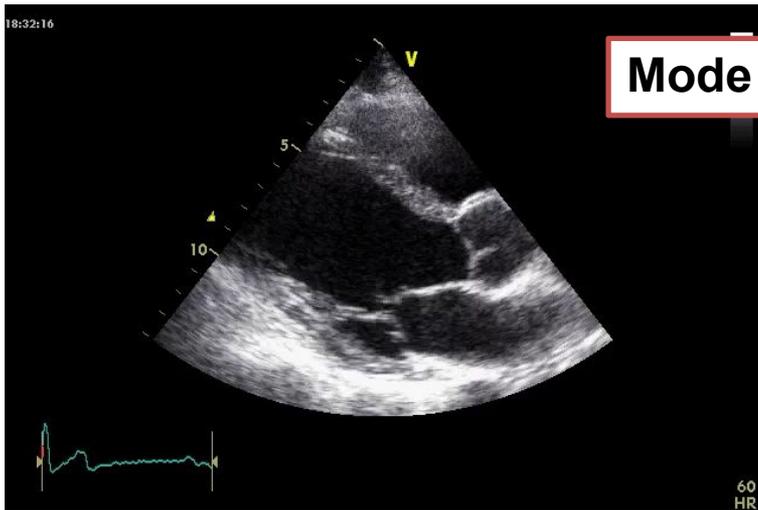


 **DIASTOLE**



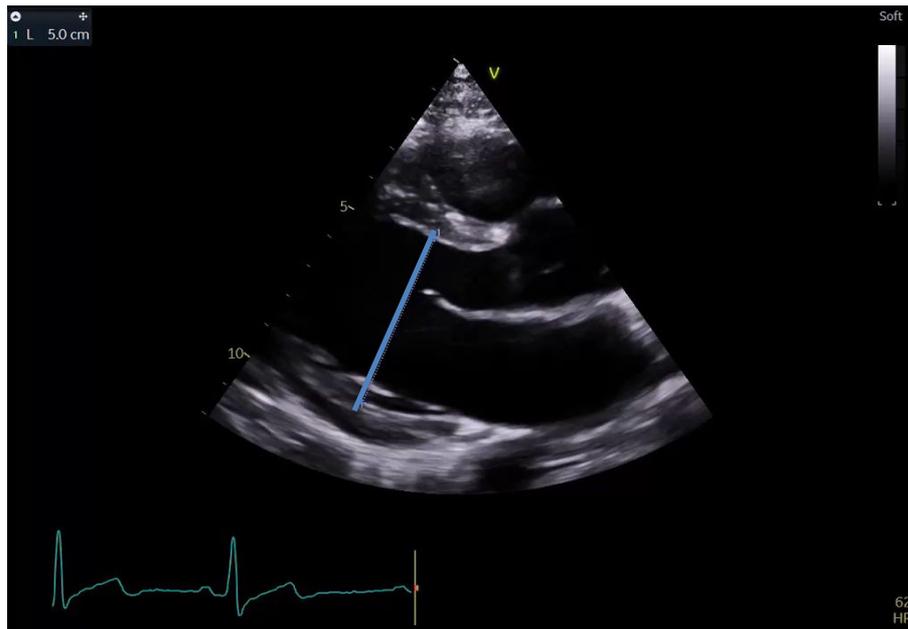
 **SYSTOLE**

Mode bidimensionnel



Incidence parasternale grand axe

DTD VG



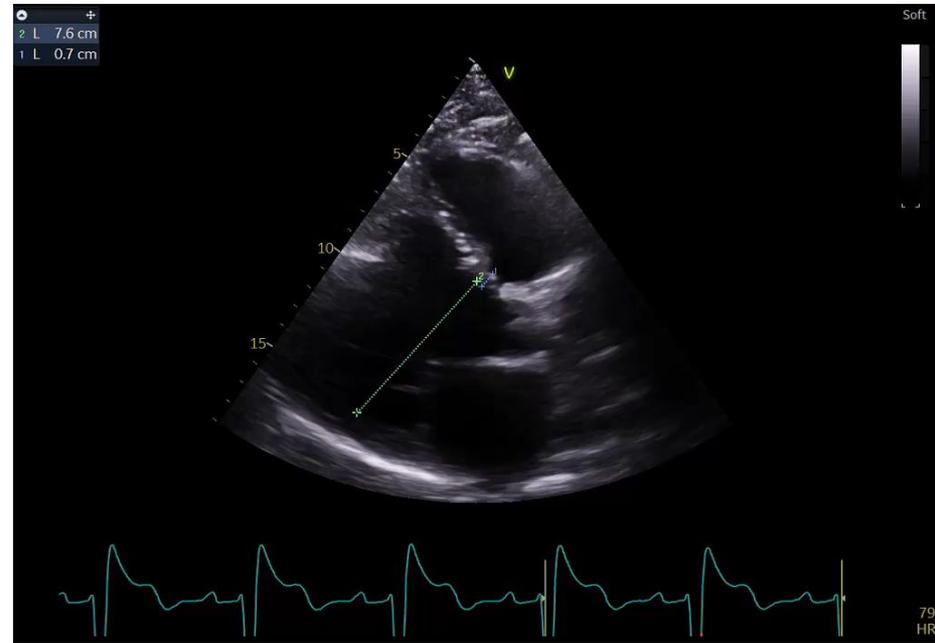
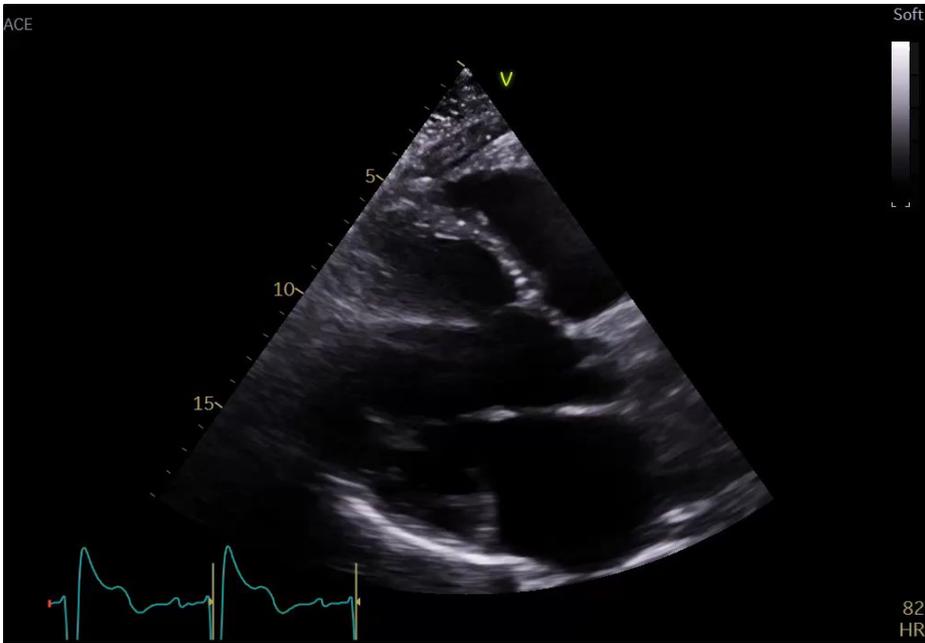
Dilatation VG ?

Epaisseur pariétale TD septum VG

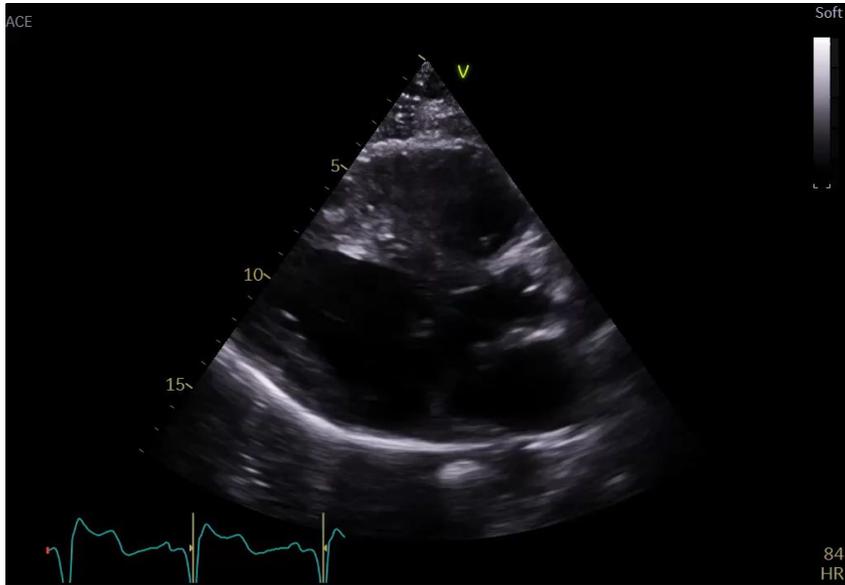


Hypertrophie ?

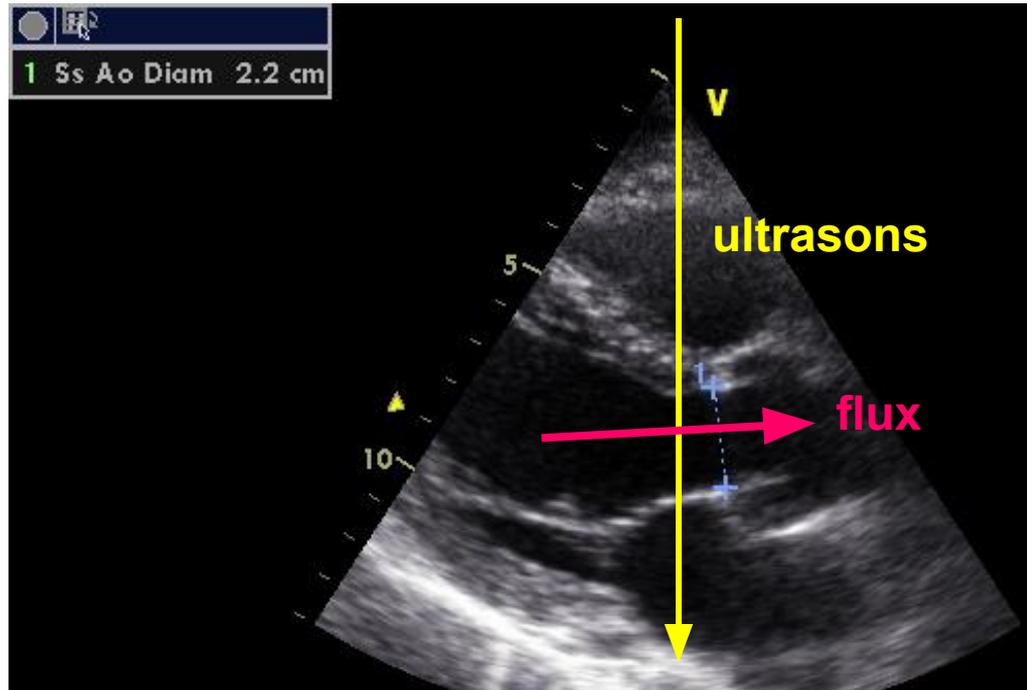
Cardiomyopathie dilatée



Cardiomyopathie hypertrophique

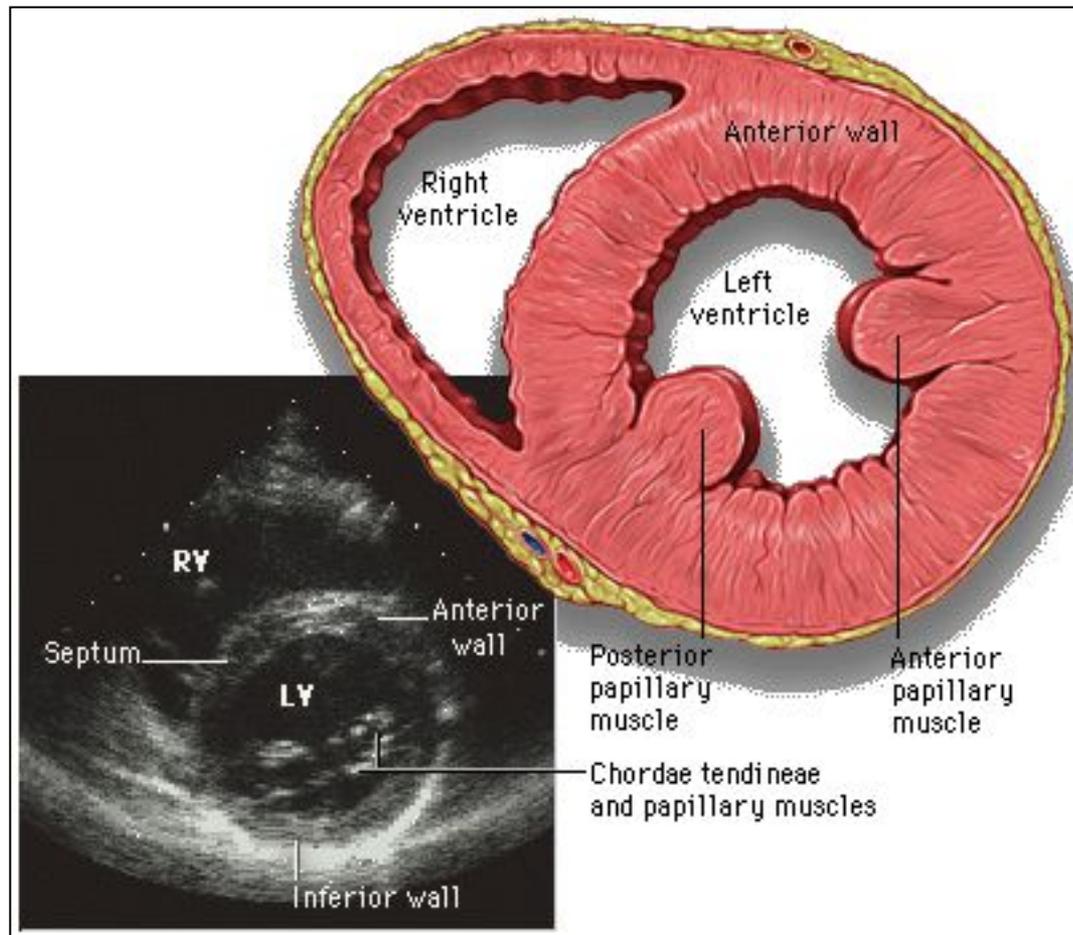
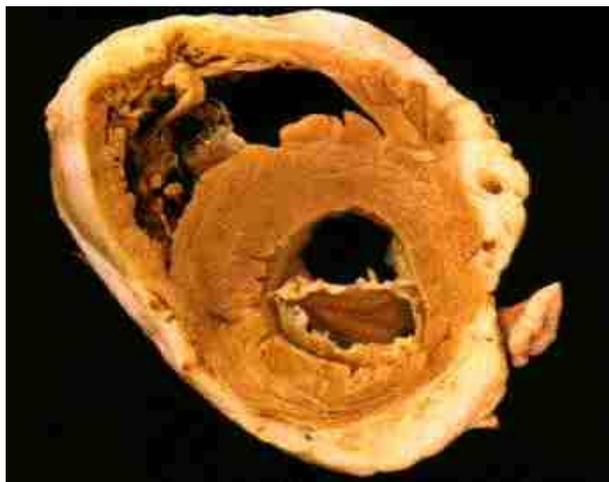
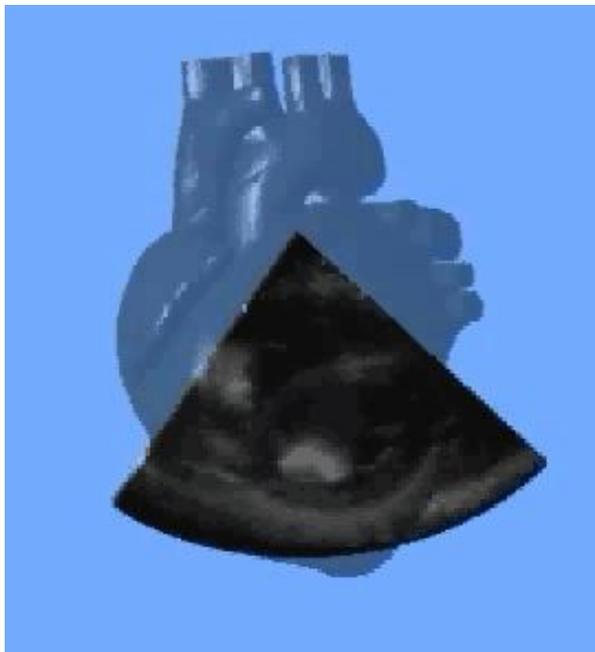


Incidence parasternale grand axe



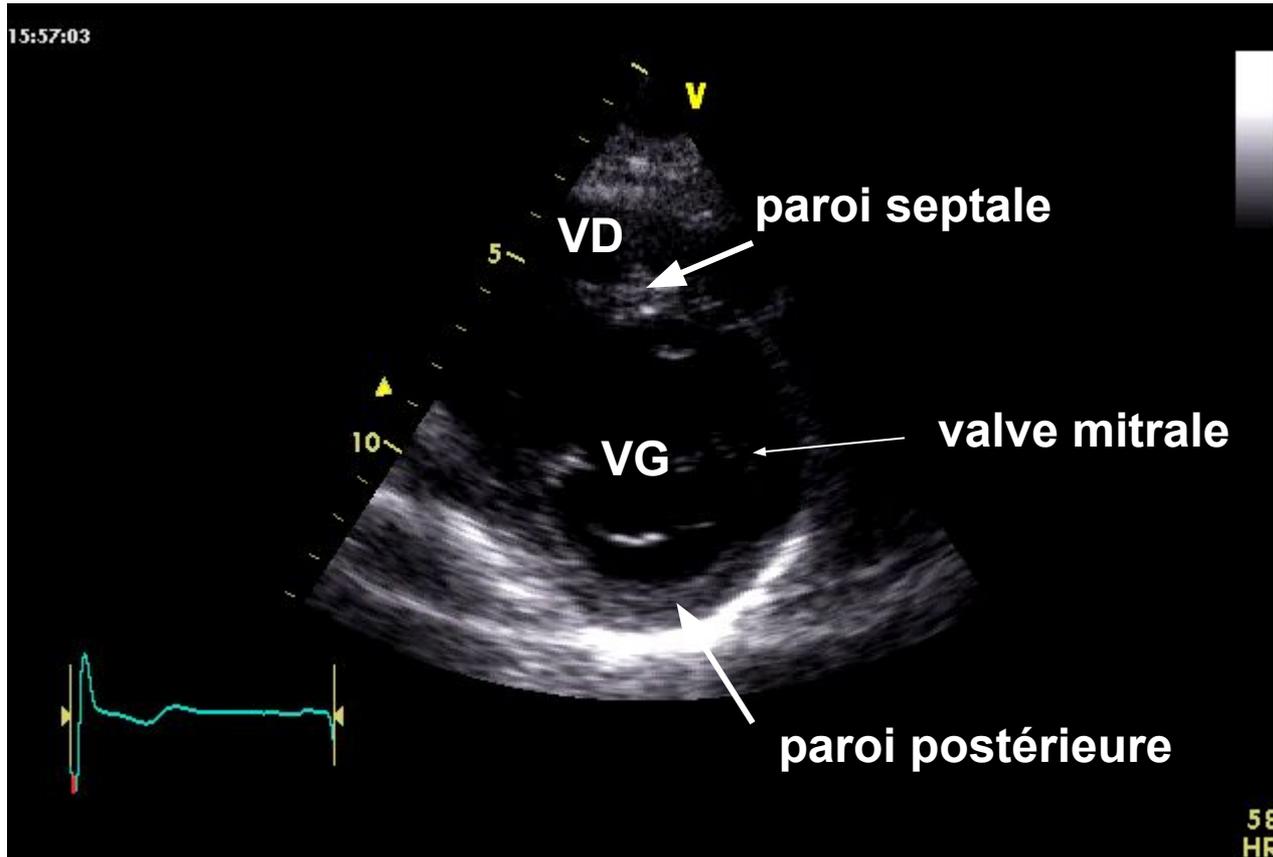
Analyse du flux d'éjection **impossible** dans cette incidence car le flux est perpendiculaire aux ultrasons

Incidence parasternale petit axe



Incidence parasternale petit axe

Mode bidimensionnel



au niveau de la valve mitrale

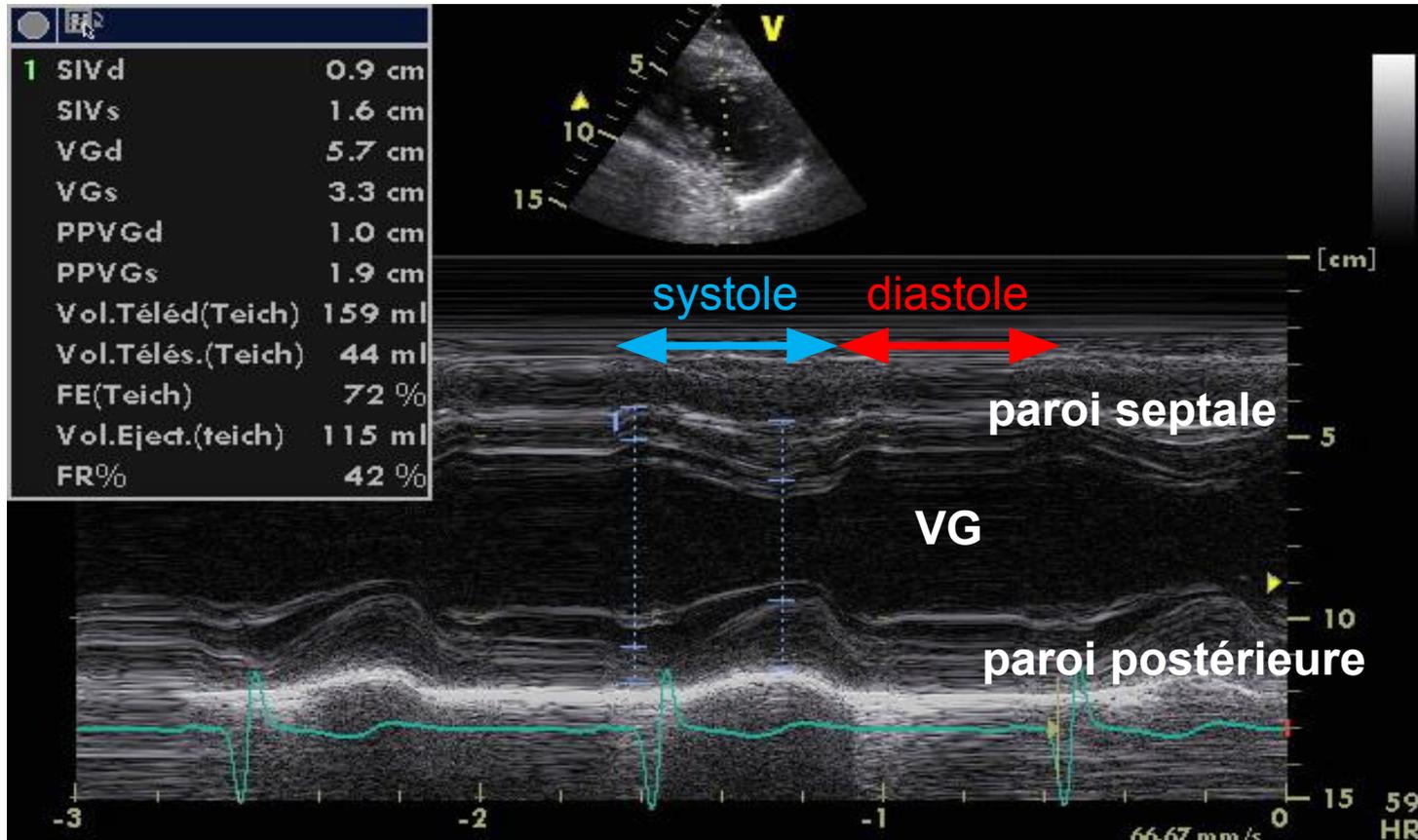
Incidence parasternale petit axe

Mode bidimensionnel



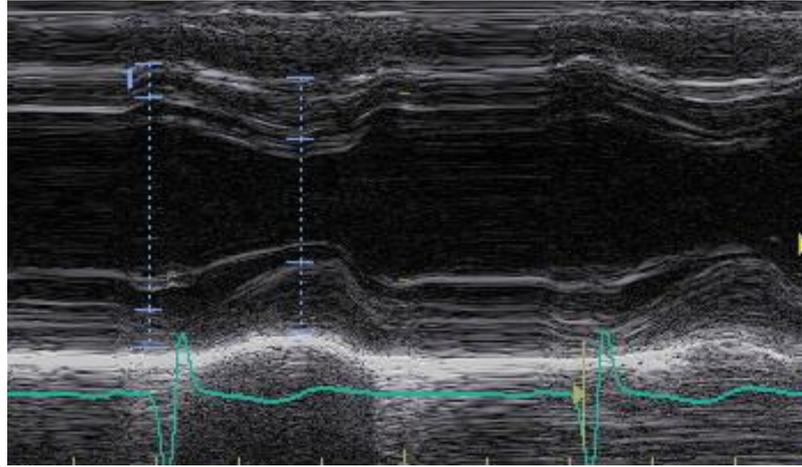
Incidence parasternale petit axe

Mode TM (temps-mouvement)
au niveau des piliers de la valve mitral



Mesures en télédiaastole: paroi septale et paroi postérieure éloignées
Mesures en télésystole: parois rapprochées par la contraction

Incidence parasternale petit axe



- Mesure de l'**épaisseur des parois** calcul de la masse cardiaque
- Mesure des **diamètres du VG** en systole et en diastole
 - calcul de la fraction de raccourcissement (ici: 42%)
 - estimation de la **fraction d'éjection systolique** (ici: 72 %; normale $\approx 65 \pm 10\%$)

$$\text{FR} = (\text{DTD} - \text{DTS}) / \text{DTD} \times 100$$

$$\text{FE} = (\text{VTD} - \text{VTS}) / \text{VTD} \times 100$$

DTD = diamètre télédiastolique

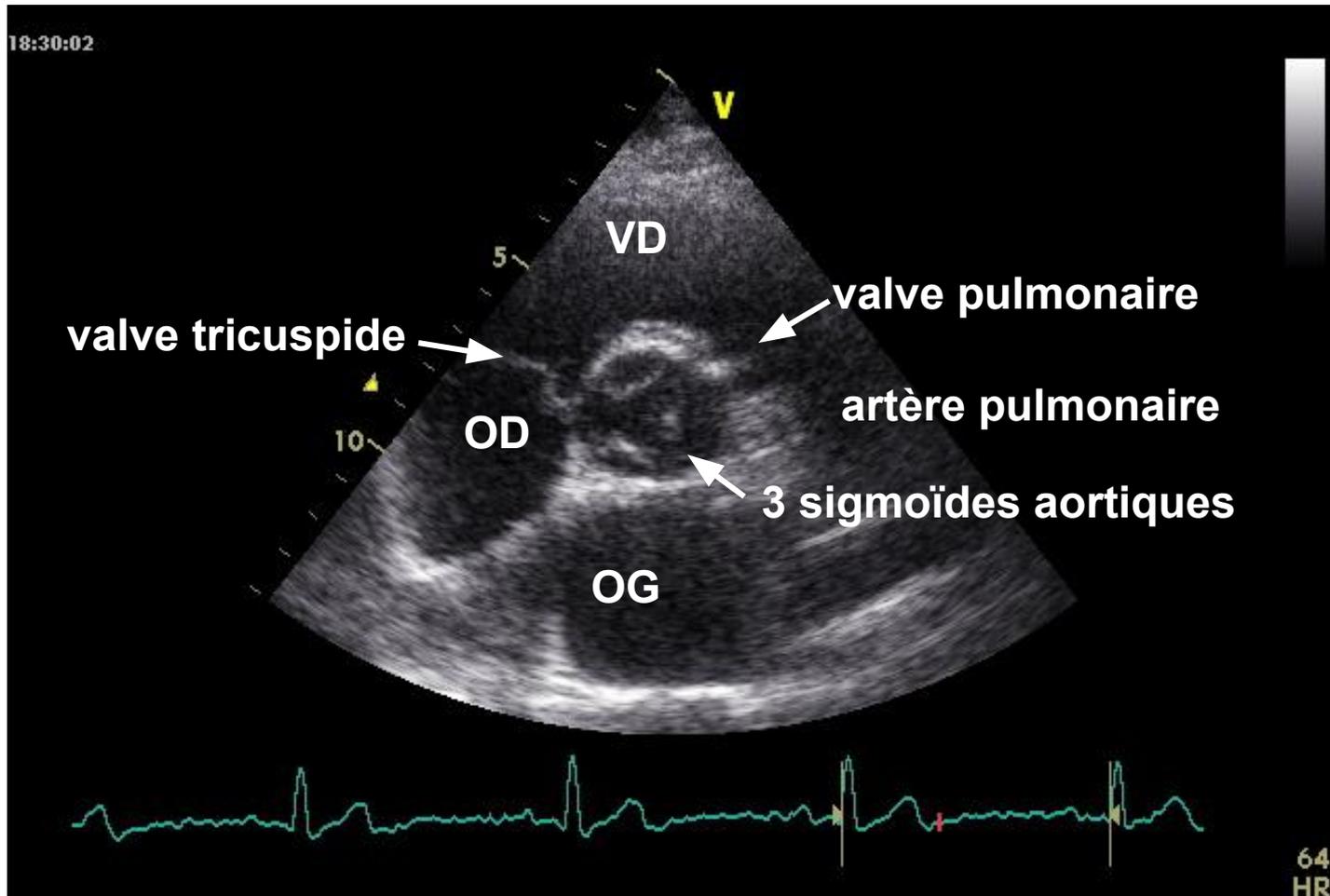
DTS = diamètre télésystolique

VTD = volume télédiastolique

VTS = diamètre télésystolique

Incidence parasternale petit axe

Mode bidimensionnel



Au niveau des gros vaisseaux

Incidence parasternale petit axe

Mode bidimensionnel



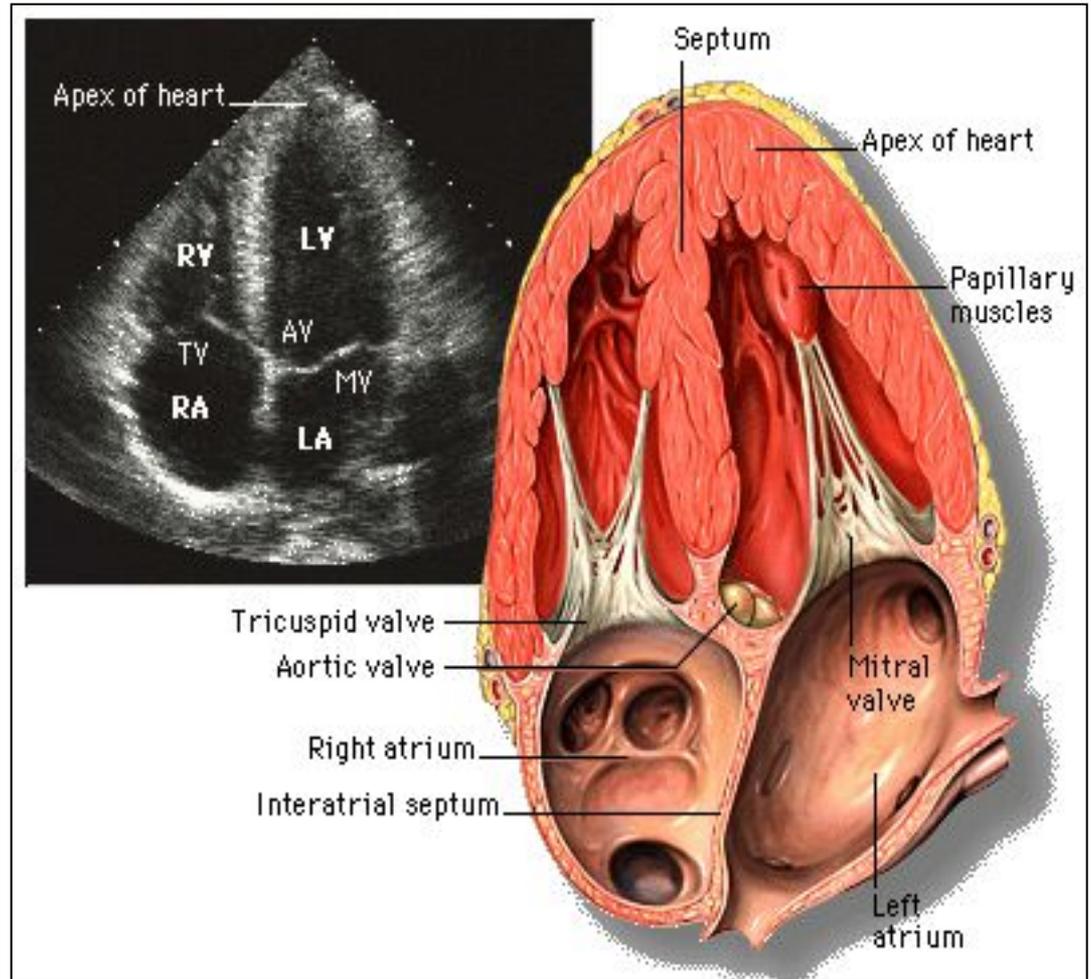
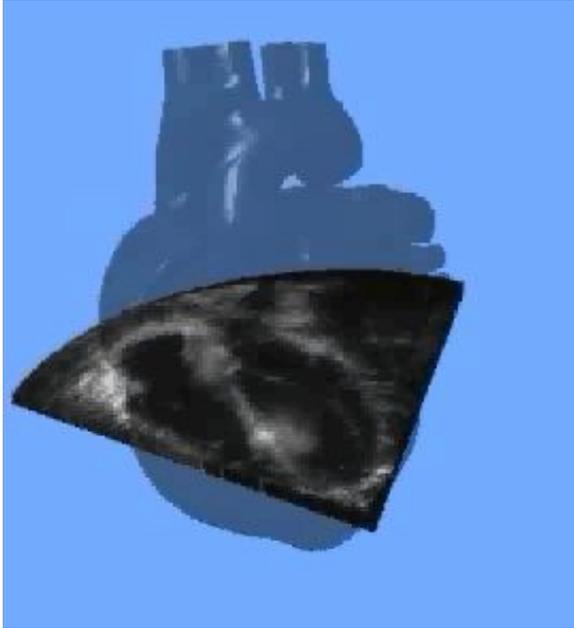
Au niveau des gros vaisseaux

Incidence apicale des 4 cavités

Position de la sonde

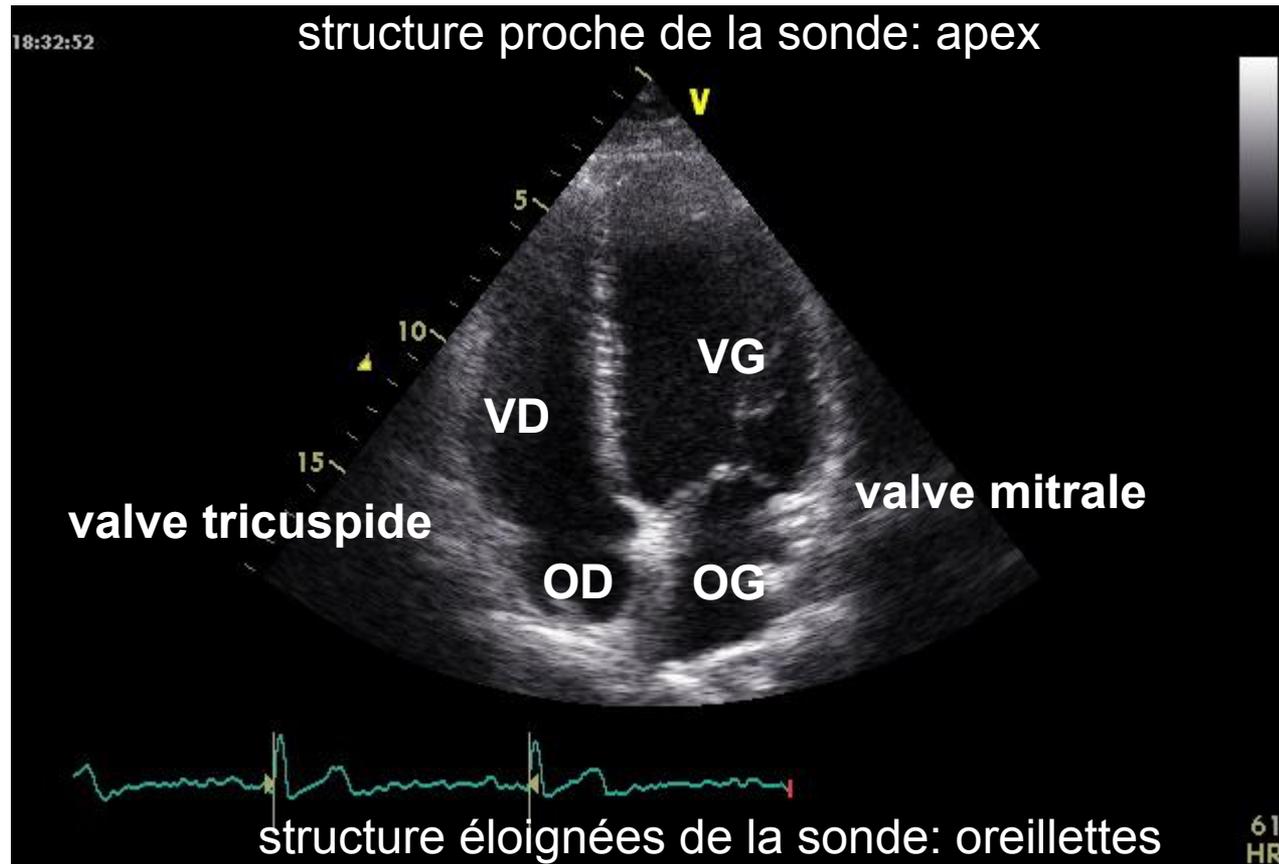


Incidence apicale des 4 cavités



Incidence apicale des 4 cavités

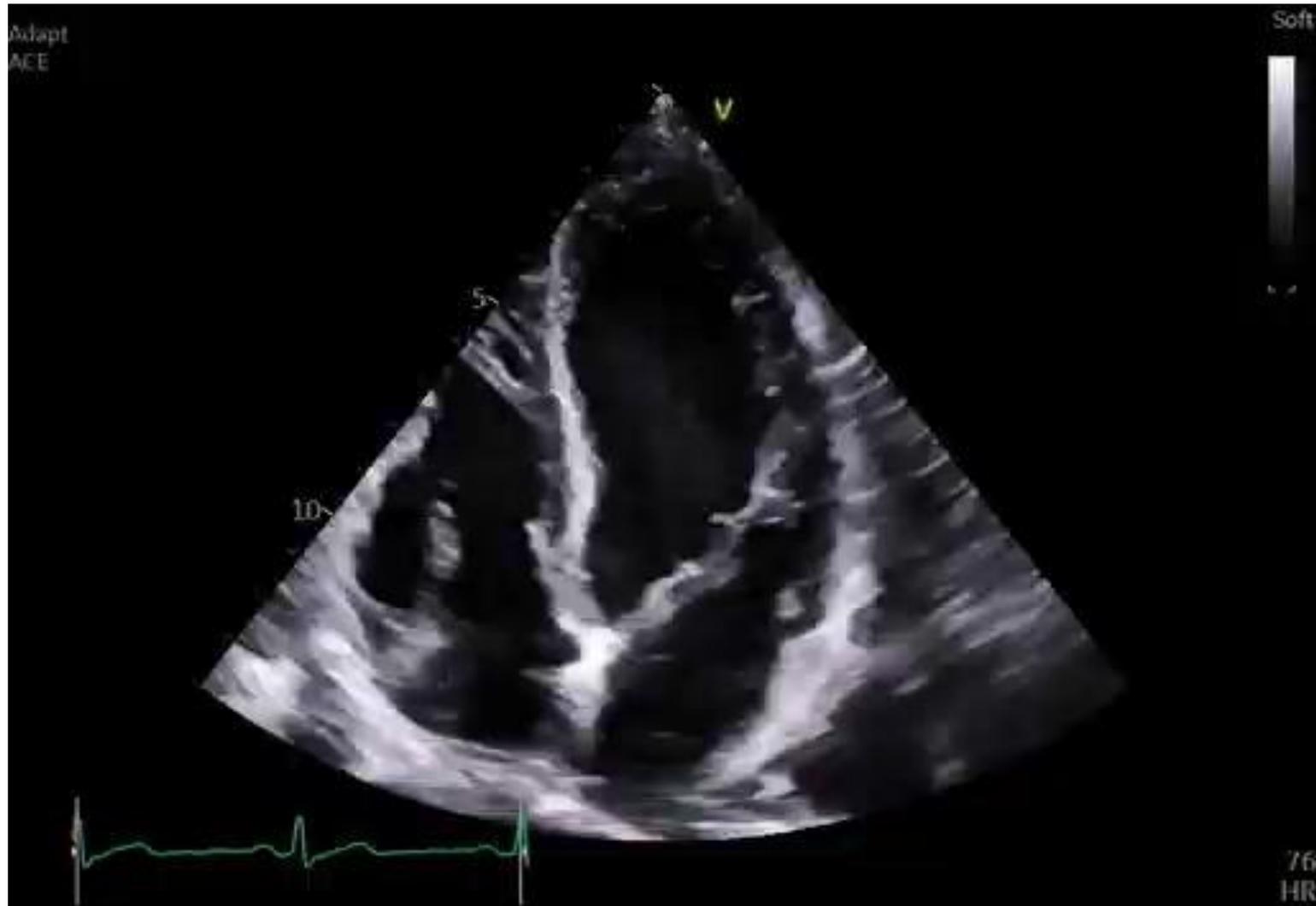
Mode bidimensionnel

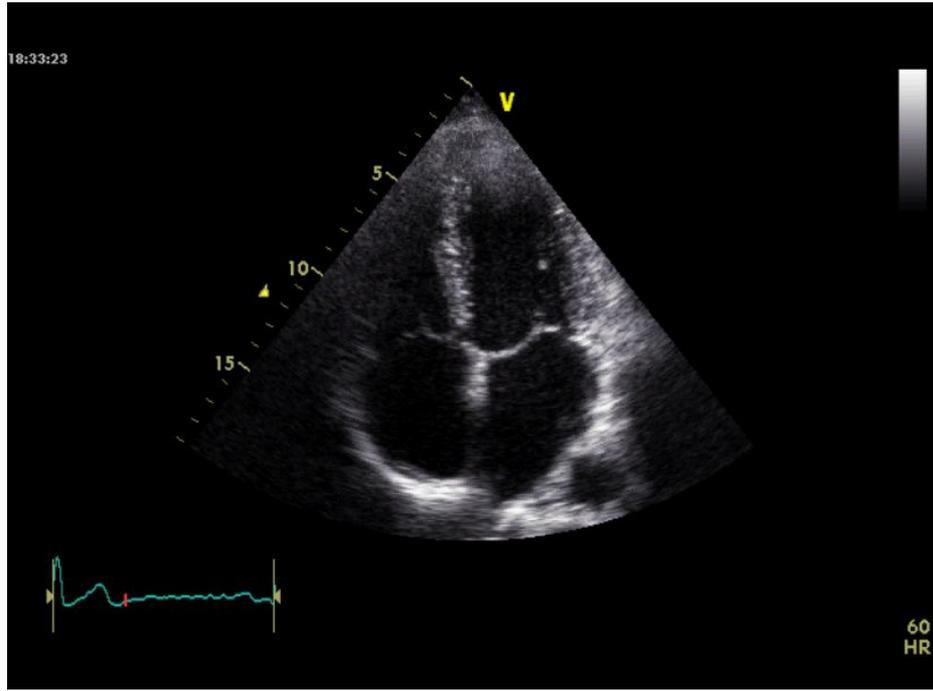
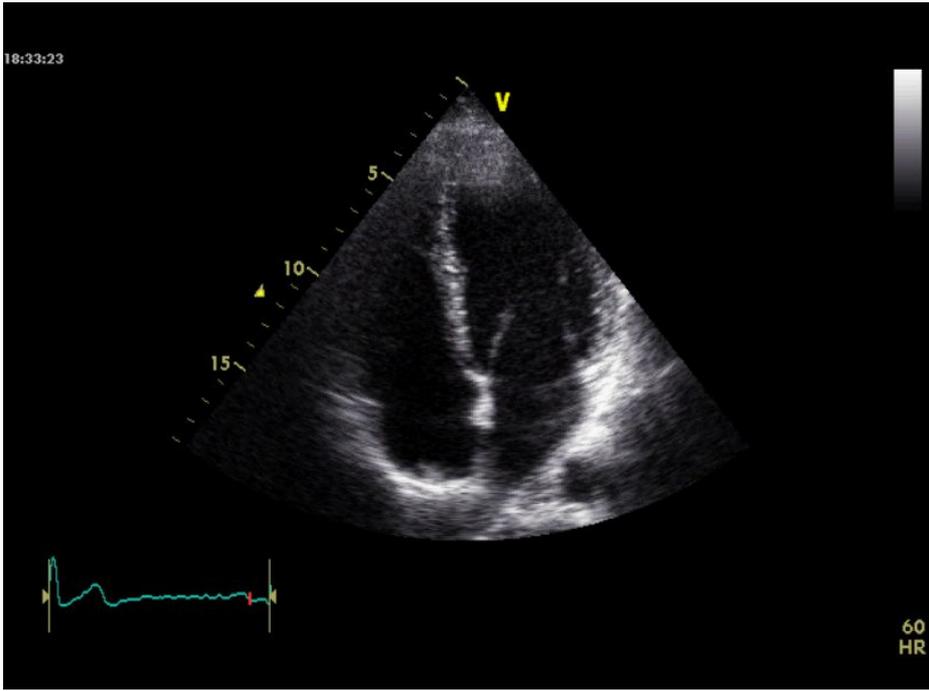


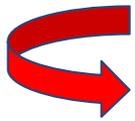
paroi VG > paroi VD
surface VD \leq 2/3 surface VG

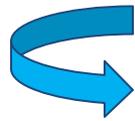
Incidence apicale des 4 cavités

Mode bidimensionnel



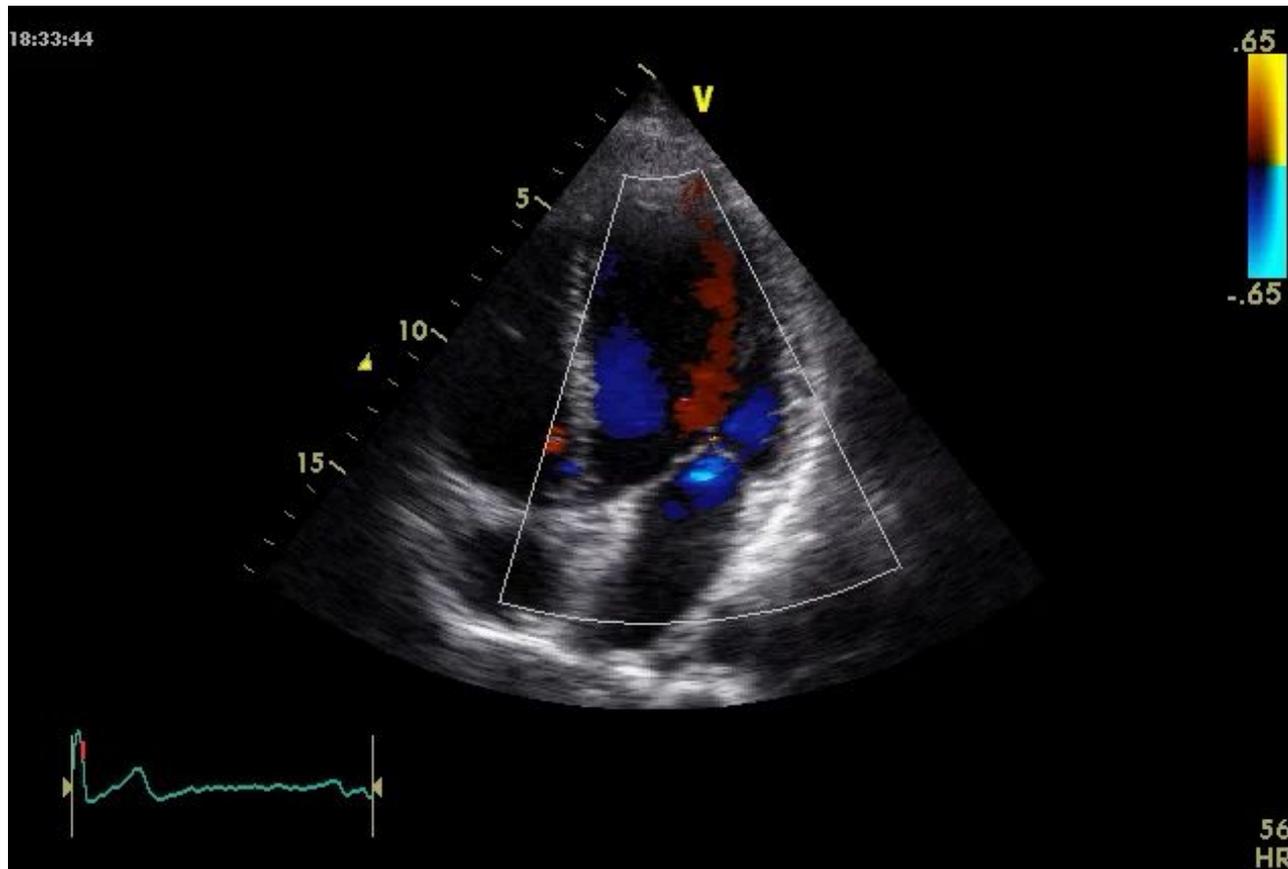


 **DIASTOLE**

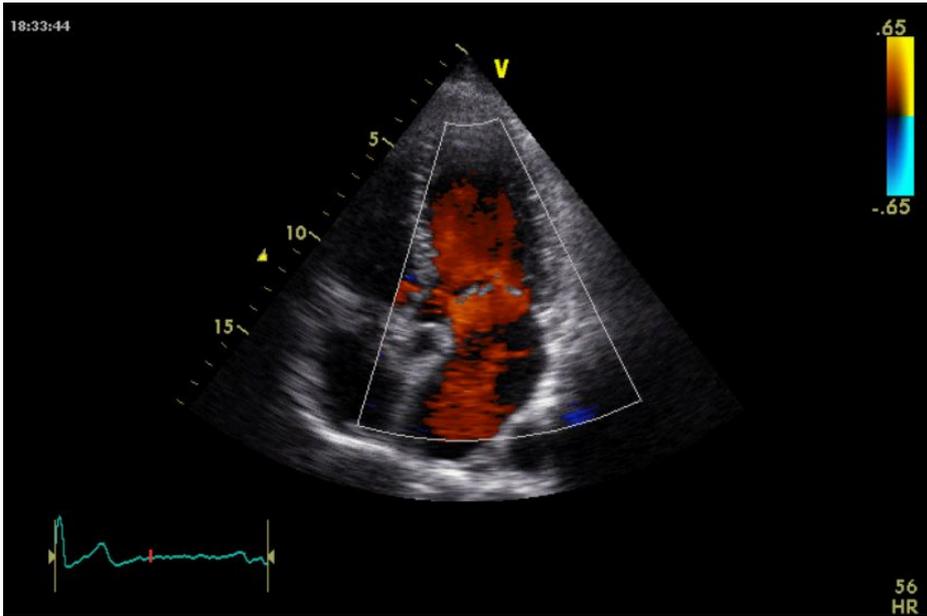
 **SYSTOLE**

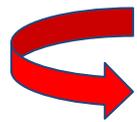
Incidence apicale des 4 cavités

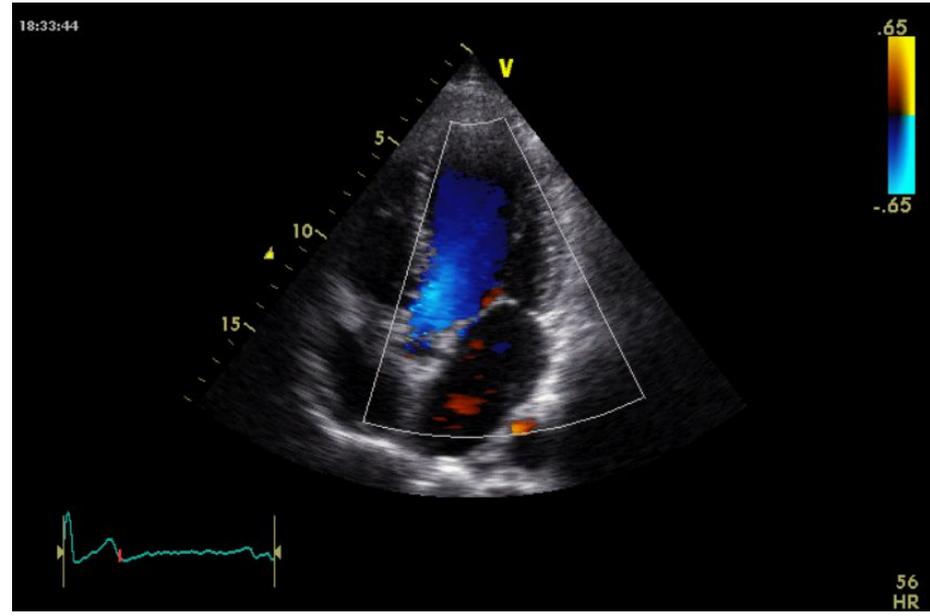
Mode Doppler couleur

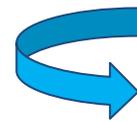


- Codage **ROUGE**: flux se rapprochant de la sonde
 - flux de remplissage du VG à partir de l'OD à travers la valve mitrale
- Codage **BLEU**: flux s'éloignant de la sonde
 - flux éjectionnel VG vers aorte



 **DIASTOLE**



 **SYSTOLE**

Incidence apicale des 4 cavités

cavités Mode Doppler couleur



Insuffisance tricuspide physiologique

Incidence apicale des 4 cavités

Mode Doppler couleur

Fuite valve mitrale



Incidence apicale des 4 cavités

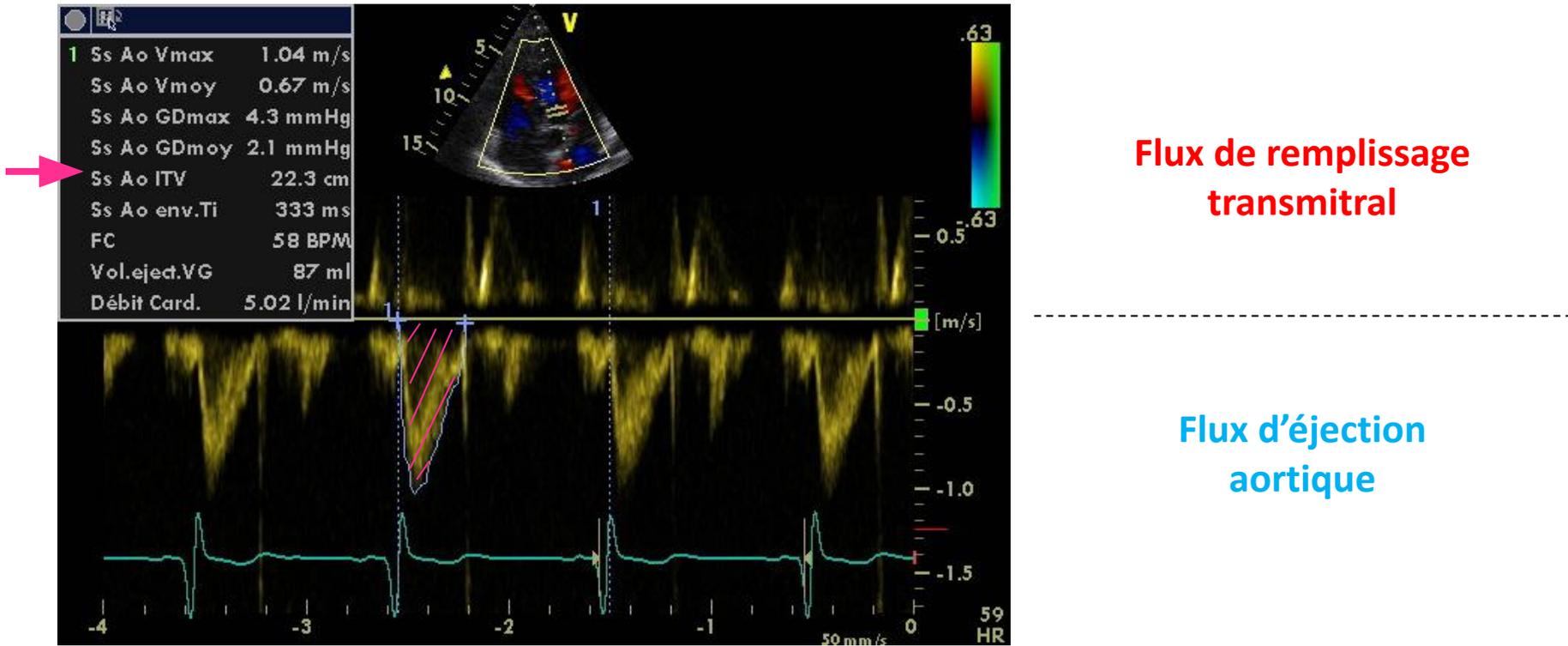
Mode Doppler couleur

Fuite valve mitrale



Incidence apicale des 4 cavités

Doppler pulsé: flux d'éjection aortique



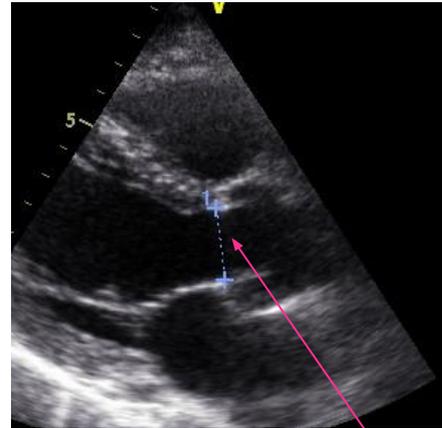
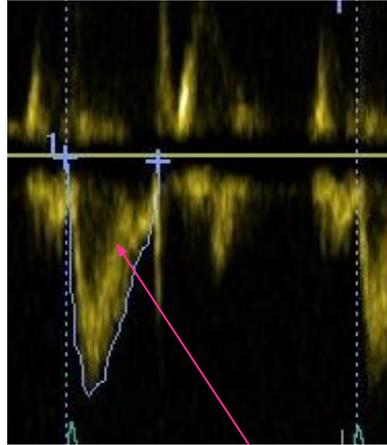
- Alignement flux sur direction des ultrasons
- Flux s'éloignant de la sonde: **en-dessous** de la ligne de base
- Flux se rapprochant de la sonde : **au-dessus** ligne base
- Planimétrie du flux □ calcul de **l'intégrale temps-vitesse aortique (ITV)**:
ici = 22.3 cm

Incidence apicale des 4

cavités

Calcul du **débit cardiaque**

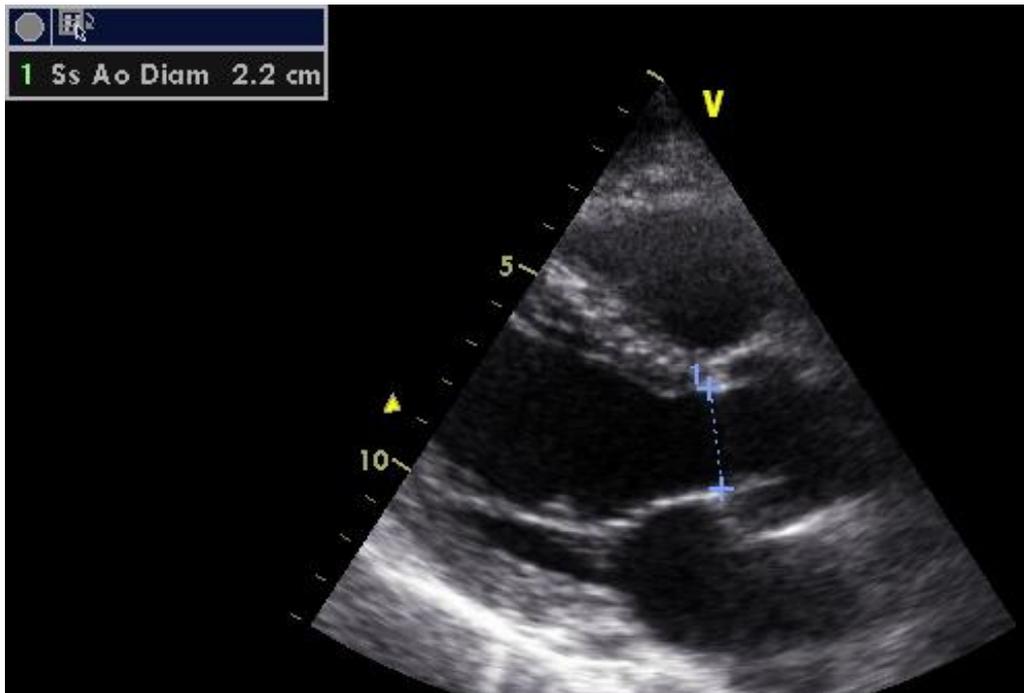
$$Q_c = VES \times FC$$



*Incidence PSGA:
Eval **diamètre chambre
chasse aortique***

$$VES (cm^3 \text{ ou ml}) = ITV \text{ aortique (cm)} \times \text{surface aortique (cm}^2)$$

Incidence parasternale grand axe



Mesure du **diamètre de la chambre de chasse aortique**

- à l'insertion des sigmoïdes aortiques
- nécessaire pour le calcul du débit cardiaque
- calcul de la surface d'éjection:

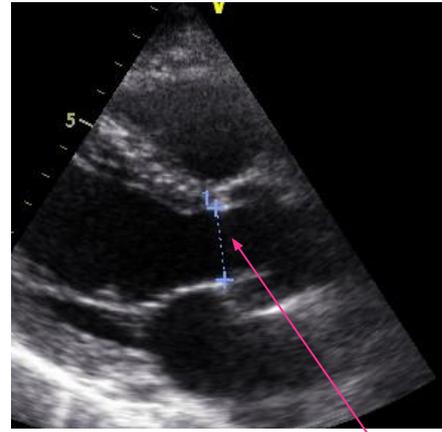
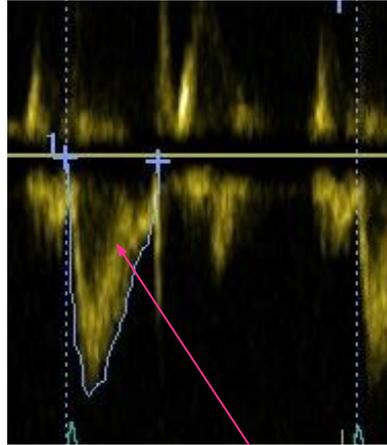
$$\pi \times (\text{rayon})^2 = \pi \times (\text{diamètre}/2)^2$$

$$\text{ici: } 3.14 \times 4.84/4 = \mathbf{3.8 \text{ cm}^2}$$

Incidence apicale des 4 cavités

Calcul du **débit cardiaque**

$$Q_c = VES \times FC$$



*Incidence PSGA:
Eval **diamètre chambre
chasse aortique***

$$VES \text{ (cm}^3 \text{ ou ml)} = \text{ITV aortique (cm)} \times \text{surface aortique (cm}^2\text{)}$$

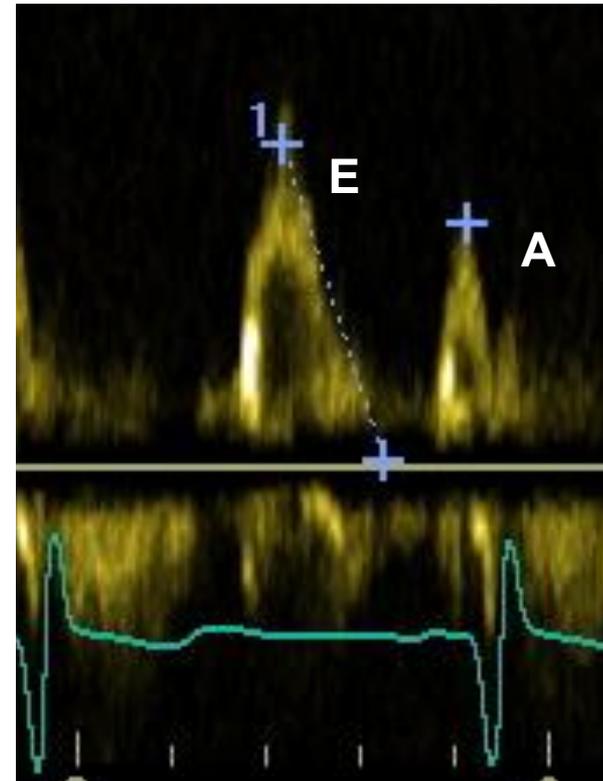
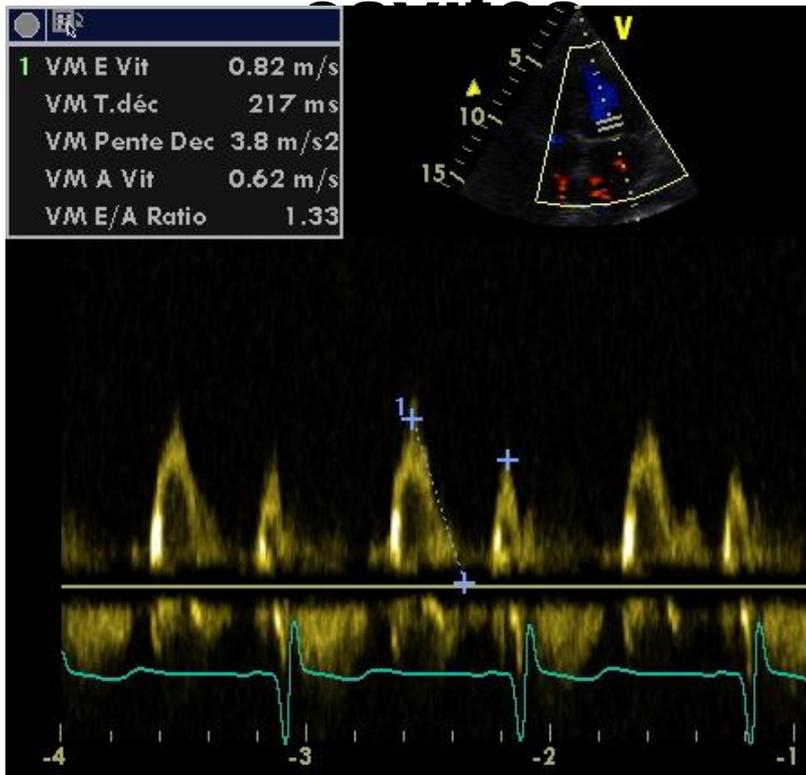
$$\text{ici VES} = 22.3 \text{ cm} \times 3.8 \text{ cm}^2 = 85 \text{ ml}$$

$$Q_c \text{ (l.min}^{-1}\text{)} = \text{VES (ml)} \times \text{FC (min}^{-1}\text{)} / 1000$$

$$\text{ici } Q_c = 85 \text{ ml} \times 58 \text{ (min}^{-1}\text{)} / 1000 = 4.9 \text{ l.min}^{-1}$$

Qc normal au repos: 3.5-6 l/min (moy: 4.8 l/min)

Incidence apicale des 4

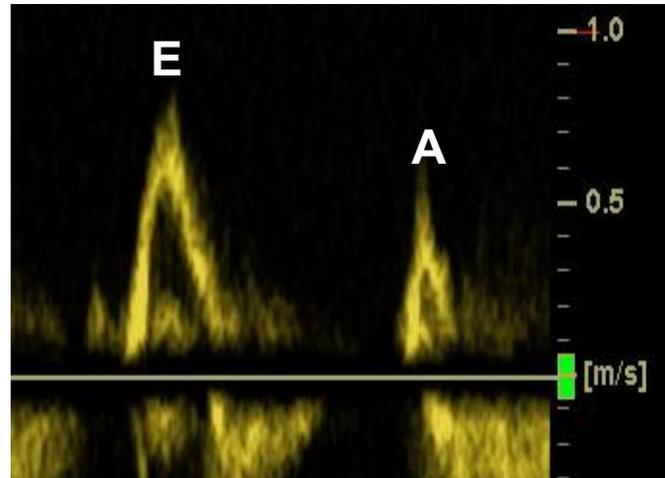


Flux de remplissage transmitral

- flux se rapprochant de la sonde: au dessus de la ligne de base
- analyse de la **fonction diastolique**
 - onde E : remplissage précoce (early)
 - onde A : contraction atriale

Incidence apicale des 4 cavités

Sujet jeune:

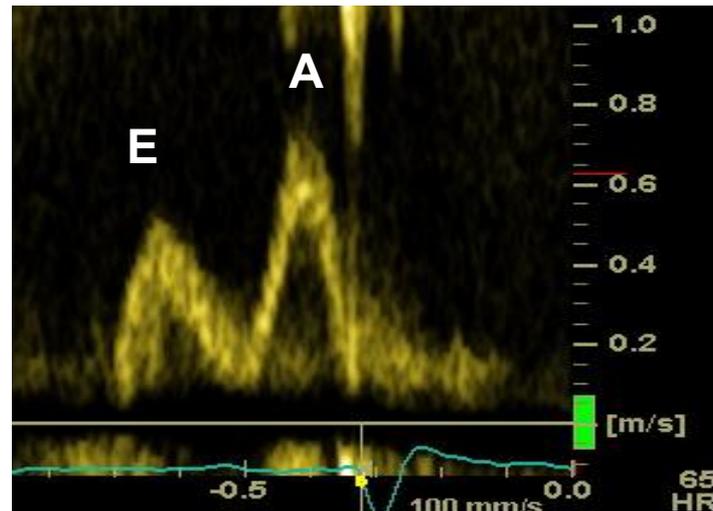


- Excellente relaxation: remplissage rapide prédominant
- Contribution faible contraction atriale

□ rapport $E/A > 1$

Incidence apicale des 4 cavités

Sujet âgé:



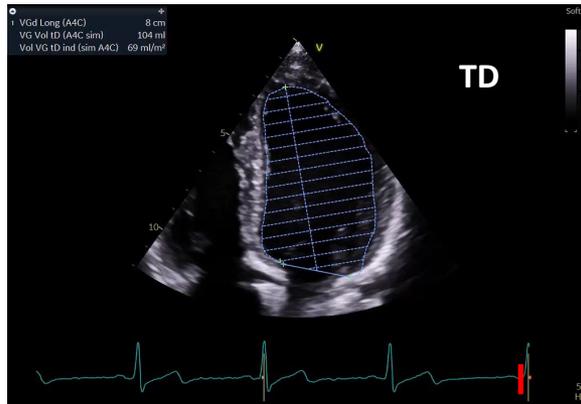
- □ remplissage précoce et □ contribution atriale
- $E/A < 1$

Méthode Simpson Biplan

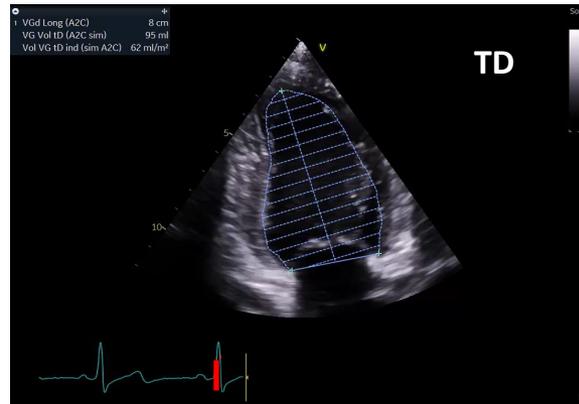
Estimation des
Volumes par disques
successifs

Fonction
systolique VG

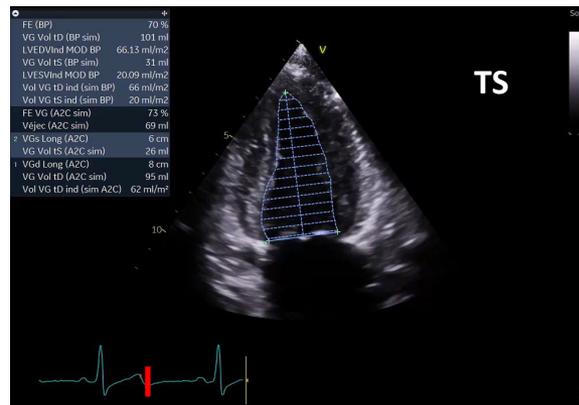
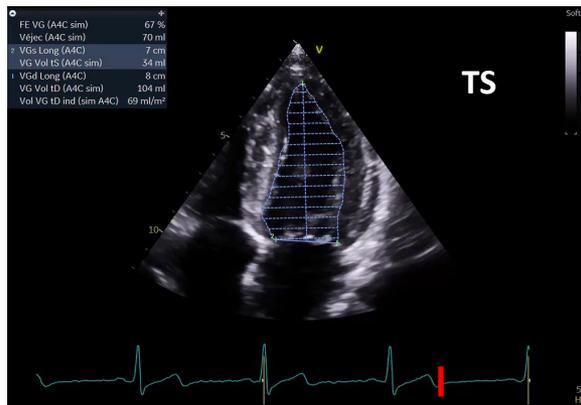
Incidence apicale



4 cavités



2 cavités



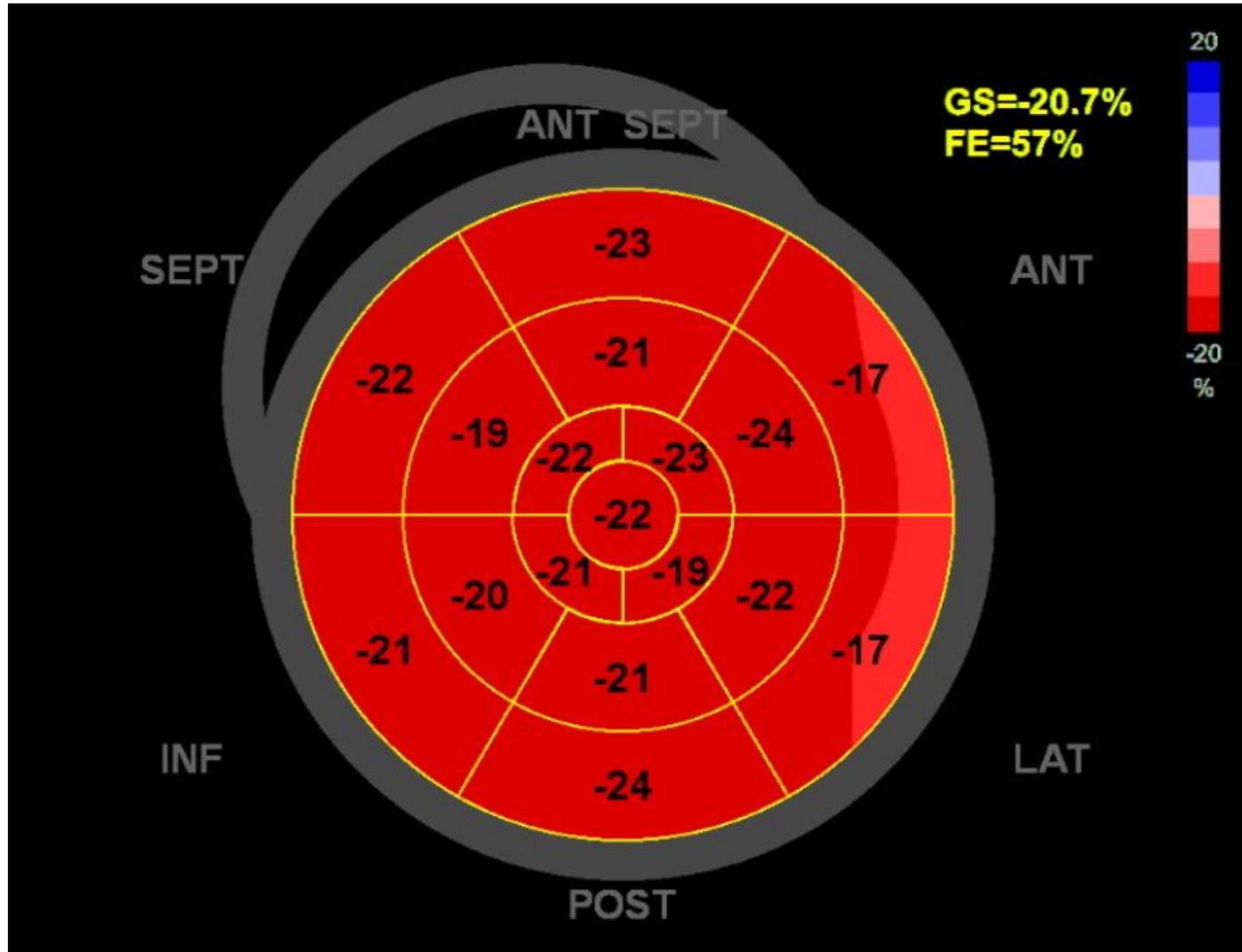
→ VTD

→

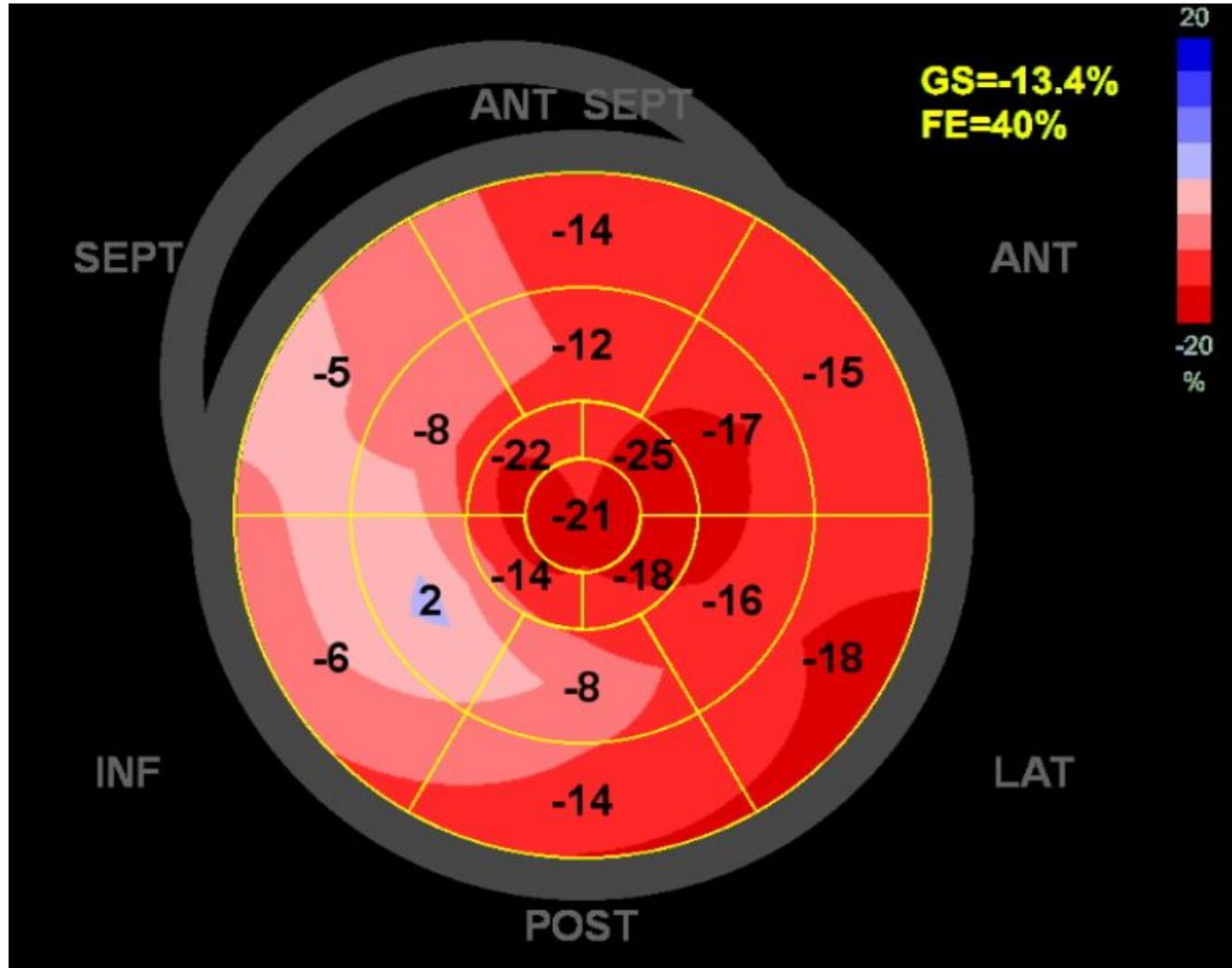
VES (VTD-VTS)
QC (VESXFC)
FEVG (VES/VTD)

→ VTS

Strain VG normal



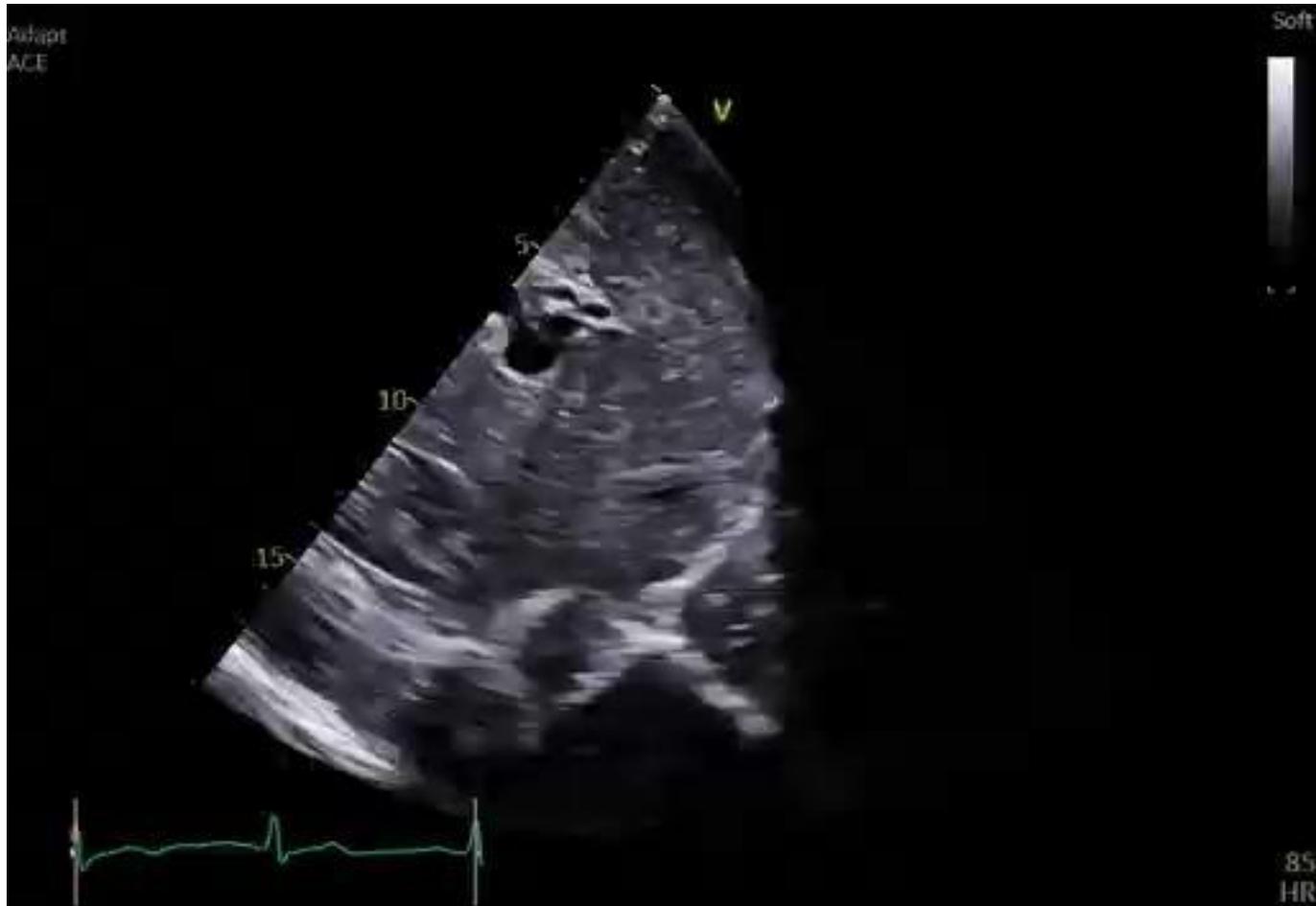
Strain VG anormal



Incidence sous costale

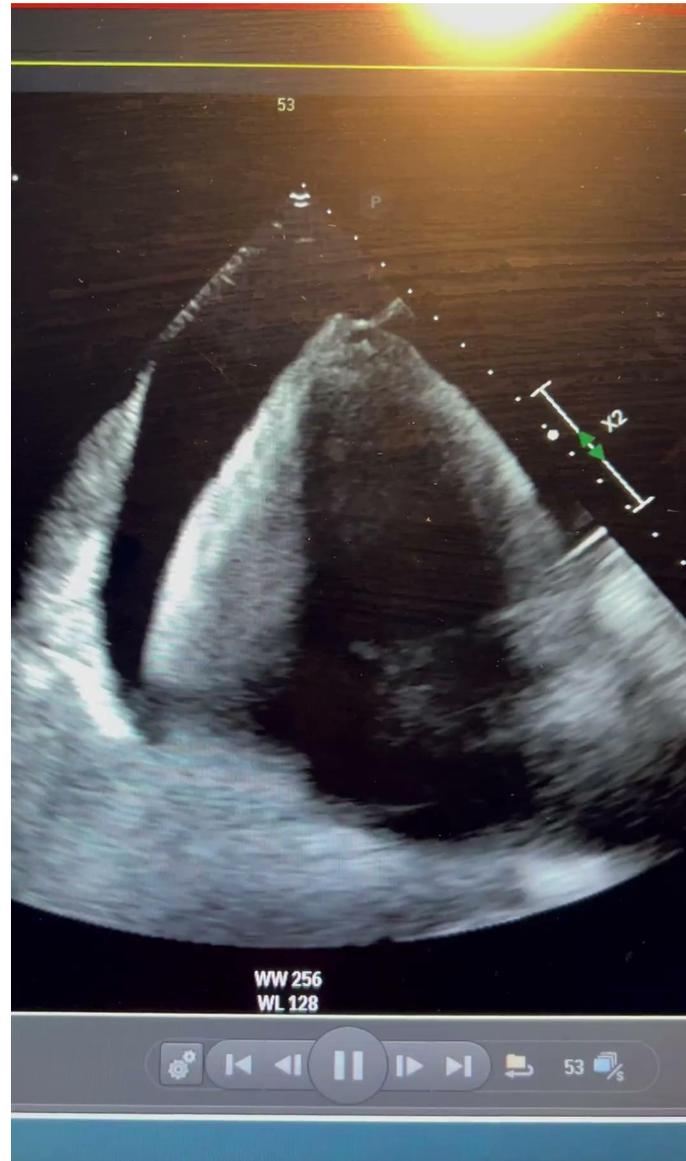


Incidence sous costale





Que se passe-t-il ?





Que se passe-t-il ?

Un coeur qui
danse
ou swinging
heart
= tamponnade

